

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

JEANNE DOUBINGER

Première thèse :

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES FLORES AUTUNO-STÉPHANIENNES

Deuxième thèse :

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

soutenues le 25 mars 1955 devant la Commission d'examen.

MM. PRUVOST... *Président.*

PIVETEAU... }
LEHMAN.... } *Examineurs.*

P. CORSIN.. *Invité.*

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, RUE SERPENTE (VI^e)

1956



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553821_0017

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES FLORES AUTUNO-STÉPHANIENNES**

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

Doyen..... J. PÉRÈS.

PROFESSEURS

G. JULIA..... T	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.	LAPORTE..... T	Physique générale et radio-activité.
E. DARMOIS..... T	Enseignement de Physique.	JANET..... T	Mécanique analytique et Mécanique céleste.
R. LÉVY..... T	Physiologie comparée.	PETIT..... T	Biologie maritime.
FOCH..... T	Mécanique physique et expérimentale.	QUENEY..... T	Météorologie et dynam. atmosphérique.
PAUTHENIER..... T	Électrotechnique générale.	GALLIEN..... T	Embryologie.
DE BROGLIE..... T	Théories physiques.	EICHHORN..... T	Biologie végétale (P. C. B.)
JOB..... T	Chimie générale.	DE CUGNAC..... T	Biologie végétale (P. C. B.).
PRENANT..... T	Anatomie et Histologie comparées.	M ^{lle} CAUCHOIS..... T	Chimie physique.
GARNIER..... T	Géométrie supérieure.	THELLIER..... T	Physique du globe.
PÉRÈS..... T	Mécanique des fluides et applications.	AUDUBERT..... T	Électrochimie.
LAUGIER..... T	Physiologie générale.	L'HÉRITIER..... T	Génétique.
M. CURIE..... T	Physique (P. C. B.)	GHIVET..... T	Radio-électricité.
BARRABÉ..... T	Géologie structurale et Géologie appliquée.	PONCIN..... T	Mécanique des fluides.
G. DARMOIS..... T	Calcul des probabilités et Physique mathématiques.	THIRY..... T	Mécanique appliquée
J. BOURCART..... T	Géographie physique et Géologie dynamique.	DUBREIL..... T	Arithmétique et théorie des nombres.
M ^{me} JOLIO-CURIE. T	Physique nucléaire et Radio-activité.	QUELET..... T	Chimie organique.
PLANTEFOL..... T	Botanique.	CAGNIARD..... T	Géophysique appliquée.
CABANNES..... T	Recherches physiques.	CHAMPETIER..... T	Chimie macromoléculaire.
GRASSÉ..... T	Évolution des êtres organisés.	CUVILLIER..... T	Géologie structurale et Géologie appliquée.
PRÉVOST..... T	Chimie organique.	JUNG..... T	Pétrographie.
BOULIGAND..... T	Application de l'analyse à la Géométrie.	TRILLAT..... T	Chimie physique.
CHAUDRON..... T	Chimie appliquée.	WIEMANN..... T	Chimie (M. P. C.).
WYART..... T	Minéralogie.	JACQUINOT..... T	Spectroscopie et Physique céleste.
TEISSIER..... T	Zoologie.	VASSY..... T	Physique de l'atmosphère.
MANGENOT..... T	Biologie végétale.	DESTOUCHES..... T	Théories physiques.
P. AUGER..... T	Physique quantique et relativité.	M. PRUVOST..... T	Géologie.
MONNIER..... T	Physiologie des fonctions.	AMIEL..... T	Chimie (P. C. B.).
PIVETRAU..... T	Géologie.	HOCART..... T	Minéralogie.
ROCARD..... T	Physique (E. N. S.).	J.-P. MATHIEU..... T	Physique (P. C. B.).
H. CARTAN..... T	Mathématiques (E. N. S.).	COUTEAUX..... T	Biologie animale (P. C. B.).
LAFFITTE..... T	Chimie générale.	MAY..... T	Biologie animale (P. C. B.).
FAVARD..... T	Mécanique générale.	CHOQUET..... T	Calcul différentiel et intégral.
COULOMB..... T	Physique du globe.	FELDMANN..... T	Biologie (P. C. B.).
M ^{lle} COUSIN..... T	Biologie animale (P. C. B.).	GUINIER..... T	Physique (P. C. B.).
CHRÉTIEN..... T	Chimie minérale.	JOST..... T	Biologie (P. C. B.).
P. DRACH..... T	Zoologie.	FORTET..... T	Calcul des probabilités.
KÄSTLER..... T	Physique.	SCHWARTZ..... T	Méth. mathém. de la physique.
EPHRUSSI..... T	Génétique.	CHOUARD..... T	Physiologie végétale.
WURMSER..... T	Biologie physico-chimique.	MALAVARD..... T	Aviation.
RIVIÈRE..... T	Géologie (S. P. C. N.).	BRELOT..... T	Calcul différentiel.
GAUTHIERET..... T	Biologie végétale (P. C. B.).	NORMANT..... T	Chimie (P. C. B.).
LUCAS..... T	Physique.	BÉNARD..... T	Chimie (P. C. B.).
A. THOMAS..... T	Biologie cellulaire.	BUVAT..... T	Botanique (E. N. S.).
ARNULF..... T	Optique appliquée.	GELOSO..... T	Chimie (P. C. B.).
MAX MORAND..... T	Physique.	SOULAIRAC..... T	Psychophysiologie.
SOLEILLET..... T	Physique.	ULRICH..... T	Physiologie végétale.
FORTIER..... T	Mécanique expérimentale des fluides.	MARÉCHAL..... T	Optique théorique et appliquée.
DANJON..... T	Astronomie.	KIRRMANN..... T	Théories chimiques.
FROMAGEOT..... T	Chimie biologique.	CHADEFAUD..... T	Botanique.
		DESTRIAU..... T	Physique (M. P. C.).
		M ^{lle} LE BRETON..... T	Physiologie générale.
		SALEM..... T	Mathématiques générales.

Secrétaire Général..... CH. MONIER.

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

JEANNE DOUBINGER

Première thèse :

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES FLORES AUTUNO-STÉPHANIENNES

Deuxième thèse :

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

soutenues le 25 mars 1955 devant la Commission d'examen.

MM. PRUVOST... *Président.*

PIVETEAU...
LEHMAN... } *Examineurs.*

P. CORSIN... *Invité.*

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, RUE SERPENTE (VI^e)

—
1956



CONTRIBUTION

A L'ÉTUDE DES FLORES AUTUNO-STÉPHANIENNES

AVANT-PROPOS

Au début de ce mémoire, je me dois de rendre hommage aux Maîtres qui m'ont initiée à la Géologie : à M. le professeur L. MENGAUD et au R. P. BERGOUNIOUX.

C'est le R. P. BERGOUNIOUX qui m'a accueillie au laboratoire de Géologie de l'Institut catholique de Toulouse où je travaille depuis une dizaine d'années. Sous sa direction, j'ai entrepris l'étude des flores stéphaniennes des bassins du SW. Pendant toute la durée de mes recherches, il n'a cessé de m'encourager avec une patiente bienveillance et de me guider de ses conseils et de son expérience. Je lui en exprime ici ma profonde gratitude.

M. le professeur P. PRUVOST, membre de l'Institut, m'a orientée plus particulièrement vers l'utilisation de la paléobotanique pour résoudre le problème très discuté de la limite du Carbonifère et du Permien dans les formations continentales. A maintes reprises il m'a fait profiter de sa compétence dans le domaine de la stratigraphie houillère et m'a ouvert les portes de ses laboratoires de Lille et de Paris avec l'amabilité que lui reconnaissent tous ses élèves. Je tiens à lui en témoigner ma plus vive reconnaissance.

M. le professeur P. CORSIN a toujours suivi avec intérêt mes travaux, mettant à ma disposition ses collections et ses nombreux documents. Je le remercie spécialement pour ses critiques objectives et précises qui m'ont permis d'effectuer certaines déterminations particulièrement délicates.

Ma documentation a été glanée en grande partie dans diverses collections où j'ai pu accéder grâce à l'obligeance de M. et M^{me} F. STOCKMANS, conservateurs du Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles, de M. JONGMANS, directeur du Geologisch Bureau voor Mingebiet de Heerlen, de M. le professeur J. PIVETEAU membre de l'Institut, et de M. D. LAURENTIAUX de l'École des Mines de Paris, de M. le professeur DENIZOT de la Faculté des Sciences de Montpellier, de M. DE LA COMBLE, secrétaire de la Société d'Histoire naturelle d'Autun, de M. P. GUTHÖRL, de l'École des Mineurs de Sarrebruck, de MM. FEYS et GREBER, ingénieurs-géologues au Bureau de Recherches géologiques, géophysiques et minières (B. R. G. G. M.).

M. C. MONOMAKHOFF, chef du service « Géologie et Gisement » aux Charbonnages de France, ainsi que MM. les Directeurs et Ingénieurs des Houillères, très particulièrement des bassins de Decazville et de Carmaux où a été puisée ma première documentation, m'ont grandement facilité la tâche en m'autorisant à recueillir des fossiles dans les exploitations et en mettant à ma disposition leurs collections et leurs archives. Je dois faire une mention spéciale pour M. P. VETTER.

géologue aux Houillères d'Aquitaine, qui travaille en collaboration avec moi depuis plusieurs années. Je lui suis redevable de nombreux renseignements.

Il me faut louer aussi la compétence de M. MONTELS, photographe aux Mines de Carmaux, qui a effectué les photographies qui illustrent ce mémoire.

Je ne saurais oublier enfin mes collègues du laboratoire de Géologie de l'Institut catholique qui m'ont rendu service en toute occasion dans une atmosphère de joyeuse et sympathique coopération.

INTRODUCTION

La première échelle stratigraphique des terrains stéphanien fut établie par Grand'Eury [1877]. Au-dessus de l'étage terminal du Stéphanien ou « étage des Calamodendrées », il définit un « étage supra-houiller » à flore « plus simple et moins opulente » que celle du Houiller tout à fait supérieur. En reprenant pour ces dépôts l'appellation « d'étage ambigu permo-carbonifère » créée par Meek et Dawson au Canada, il traduisait les hésitations des géologues qui n'ont cessé d'attribuer ces niveaux, tantôt au sommet du Carbonifère, tantôt à la base du Permien. Il prit soin d'ajouter que l'étage dont il s'agit « est artificiel, car il y a un mélange de deux flores à la jonction de deux terrains où l'on serait bien en peine de tracer une ligne de démarcation ». Dans le bassin de la Loire, on passe en effet insensiblement des couches stéphanien de l'assise d'Avaize à des couches rouges attribuées au Permien.

L'Autunien (Permien inférieur) a été créé par Bergeron [1889] pour désigner les schistes bitumineux d'Autun, mais dans toutes les formations continentales, où la sédimentation est continue du Stéphanien au Permien, le tracé d'une ligne de démarcation, même arbitraire, pose un problème très délicat à résoudre.

La même hésitation se retrouve en Amérique du Nord. Le terme de Pennsylvanien [Williams, 1891] désigne en effet une série de dépôts dont la partie supérieure, ou étage de Dunkard, a livré une flore de caractères permien ; mais cet ensemble comprend non seulement les flores du Rothliegendes mais encore celles du Stéphanien et vraisemblablement aussi celles du Westphalien D. Or, il semble arbitraire de scinder en deux une telle série dans laquelle la sédimentation s'est poursuivie sans interruption notable. Toutefois dans un ouvrage relativement récent, Arnold [1947] place l'ensemble de la série de Dunkard à la base du Permien.

Le problème se pose donc pour toutes les formations continentales du Permo-Carbonifère, tant en Amérique du Nord qu'en Europe centrale et occidentale.

Dans le cadre des observations stratigraphiques de Delafond [1889, 1902] et de Mouret [1891], les remarquables travaux de Zeiller ont apporté d'importantes précisions à la connaissance de la flore permo-carbonifère. Basées sur des collections de beaux échantillons, ces études ont laissé des renseignements stratigraphiques incomplets.

Plusieurs étages ont cependant pu être caractérisés par leur flore :

1. Un *Stéphanien supérieur* correspondant à l'étage des Calamodendrées de Grand'Eury, à Commeny, à Brive, à Blanzay [Zeiller, 1892, 1894 a, 1906].
2. Un *Autunien* dont le type est représenté par la série des schistes bitumineux d'Autun, subdivisée en : Autunien inférieur (assise d'Igornay) ; Autunien moyen (assise de Muse) ; Autunien supérieur (assise de Millery) [Zeiller, 1890].

Dans les gisements de Blanzay et de Brive, le premier élément de cette série est assez mal défini. Le terme de *Permo-Houiller*, employé par Mouret [1891] à Brive, prouve les hésitations des auteurs à fixer la place exacte de ces terrains ; les assises autuniennes y reposent en concordance sur le Stéphanien et Zeiller [1892] affirmait qu'il est « difficile pour ne pas dire impossible de marquer dans la série une limite séparative qui ne répond à aucun phénomène apparent ».

Zeiller remarquait avec raison que la limite Stéphanien-Permien doit correspondre avec le moment où s'accomplissent dans la flore les modifications les plus importantes. Or le changement le plus accusé consiste de toute évidence dans l'apparition du genre *Callipteris*, représenté d'abord par *C. conferta* STERNBERG. Dans une lettre à H. Potonié [1893], il déclarait : « le seul genre du Rothliegende que je n'ai pas encore vu dans le Houiller est le genre *Callipteris*, mais il apparaît dès la base de la formation permienne. »

L'étage « ambigu permo-carbonifère » de Grand'Eury, dépourvu de *Callipteris*, se rattacherait donc nécessairement au Stéphanien supérieur.

La solution du problème devint l'objet d'une véritable controverse où s'opposèrent les conceptions des géologues français et allemands.

Se basant sur la fréquence et sur la diversité du genre *Walchia*, H. Potonié [1893] admettait qu'une partie du Houiller supérieur des gisements français devait correspondre au Rothliegende inférieur d'Allemagne. Sterzel [1895] partageait à ce sujet les opinions de Potonié d'après lesquelles l'ensemble de la formation de Commentry devait se ranger dans le Permien inférieur : le Stéphanien deviendrait ainsi un étage permien et la limite entre le Carbonifère et le Permien se placerait au sommet du Westphalien. Les mêmes divergences de vues opposèrent Sterzel [1895] et Zeiller [1894 b] au sujet des couches d'Albé et de Triembach dans les Vosges ; elles s'étaient déjà affirmées antérieurement entre Benecke et Van Werwecke [1890] d'une part et Boulay [1879] de l'autre.

Les arguments paléobotaniques avancés par Potonié et Sterzel s'étant avérés insuffisants, leur théorie fut violemment attaquée par Zeiller [1894 a] dans une communication à la Société géologique de France.

A l'encontre des propositions soutenues par les auteurs il fit valoir l'absence, dans ces couches, de *C. conferta*, *T. multinervis*, *W. filiciformis*, qui se montrent près d'Autun dans des dépôts que tous les géologues, allemands aussi bien que français, s'accordent à considérer comme formant l'extrême base du Permien. Il souligna, de plus, qu'un certain nombre d'espèces recueillies dans ces couches, en particulier à Blanzky et à Commentry, n'ont jamais été reconnues dans les dépôts attribués au Permien : ainsi *Zygopteris pinnata*, *Pecopteris bioti*, *Odontopteris genuina*, *Neuropteris crenulata*, *Sphenophyllum longifolium*. Il remarqua encore que suivant l'importance attribuée à l'un ou l'autre type choisi comme critérium, on peut faire varier à volonté la limite entre le Houiller et le Permien. En considérant par exemple le genre *Taeniopteris* comme caractéristique, tout le système des couches de Saint-Étienne passerait dans le Permien ; avec le genre *Walchia*, il n'y aurait plus de Stéphanien, et le Permien ferait suite immédiatement au Westphalien. En effet, si les Conifères, et plus particulièrement le genre *Walchia*, se sont abondamment diversifiés au Permien inférieur, elles sont cependant représentées par plusieurs espèces dès la base de l'étage de Saint-Étienne.

Ces différences d'appréciations entre géologues français et allemands peuvent résulter en partie de ce que le Stéphanien, tel qu'on le définit en France, est imparfaitement représenté en Allemagne, et manque même dans plusieurs gisements. Sterzel [1895] faisait dès lors valoir, à l'appui de l'attribution d'un terrain au Permien, l'absence dans cette formation de toute espèce caractéristique de la flore westphalienne. Or, la plupart de ces formes n'ont guère persisté durant le Stéphanien et ont disparu avant la fin de la période westphalienne.

Le désaccord n'était cependant pas absolu : les géologues semblaient, en effet, unanimes à attribuer au Stéphanien les couches de Wettin (Saxe), dont la flore présente de grandes affinités avec celles des couches supérieures de Blanzky et de Commentry.

Mais le problème était loin d'être résolu : en réalité la flore de ces assises restait mal connue. Les conclusions des paléobotanistes dont chacun n'a étudié qu'un seul bassin ou un petit nombre de gisements, sont marquées d'un coefficient personnel qui n'est pas négligeable. La signification des termes varie souvent d'une région à une autre, ce qui rend les corrélations à distance particulièrement difficiles. Les exploitations houillères n'ont pas toujours pénétré bien avant dans les dépôts où les couches sont généralement minces et le charbon mauvais en qualité. Les travaux

de P. Bertrand [1918 a et b] ont surtout intéressé les assises productives plus anciennes : Stéphanien inférieur et moyen de Saint-Étienne et du Gard.

Des révisions partielles ont cependant été effectuées : dans la Loire, par P. Corsin [1950] et J. de Maistre [1951] ; à Blanzay, par P. Corsin [1949] et les chercheurs du B. R. G. G. M. ; à Decize par P. Corsin et C. Monomakhoff [1948] ; à Bert par le B. R. G. G. M. [Fabre, Feys et Greber, 1950] ; dans les Vosges par Renouard [1935, 1936], à Ronchamp par G. Mathieu [1947, 1949 a, 1950]. Enfin, P. Pruvost [1947 b, 1948] a récemment posé l'un des problèmes que nous avons précisément à traiter en le précisant du double point de vue de la stratigraphie et de la nomenclature, lorsqu'il a fait remarquer que le sommet des séries du bassin de la Loire, d'où a été tiré le type du Stéphanien, devait chevaucher sur la base de l'Autunien, tel qu'il a été défini dans les séries représentées à Autun.

Une connaissance plus précise de la flore des couches permo-stéphanienues devait apporter quelques éléments de solutions au problème. On peut se demander, en effet, si la présence ou l'absence d'une seule espèce (*Callipteris conferta*) suffit pour caractériser un étage stratigraphique. En pratique, il est difficile sinon impossible de fixer le moment précis de cette apparition et les appréciations peuvent varier d'un bassin à un autre, d'autant plus que l'interprétation des caractères négatifs est toujours délicate. Le critère perd toute sa valeur si l'on admet, à la suite de W. Gothan et de F. Nemejc [Gothan, 1935 a], que les *Callipteris* sont des fossiles de faciès qui semblent apparaître dans certains gisements dès la fin du Stéphanien. Pour G. Mathieu [1949 b], ces plantes se seraient même développées dès la fin du Stéphanien moyen dans le bassin de Ronchamp ; cette dernière assertion demanderait des preuves plus convaincantes que celles données par l'auteur.

On serait donc tenté d'adopter la solution proposée par divers géologues des U. S. A. pour la série pennsylvanienne et d'inclure l'Autunien dans le Pennsylvanien. Mais les travaux de R. C. Moore [1940] témoignent encore de quelques doutes à ce sujet. Comme l'a pertinemment noté W. J. Jongmans [1935 c], il semble bien que ce ne soit que la partie supérieure de l'étage de Dunkar qui corresponde à l'Autunien ou Rothliegende inférieur d'Europe occidentale.

Dans une note récente, W. J. Jongmans et P. Pruvost [1950] ont proposé d'adopter provisoirement la solution américaine, en faisant de l'Autunien un étage de transition entre le Stéphanien et le Permien proprement dit. Cet étage se placerait au sommet du système carbonifère ; le Permien se limiterait à l'Oberrothliegende ou Saxonien et au Zechstein ou Thuringien.

*
* *

Avant d'établir des hypothèses plus précises, une révision détaillée de la flore s'imposait. Il fallait vérifier l'existence de cette zone intermédiaire, étage « ambigu permo-carbonifère » de Grand'Eury, et en circonscrire les caractères paléobotaniques. Il importait, en outre, de définir les ensembles floristiques caractérisant les divers étages stratigraphiques qui forment le complexe « permo-carbonifère » : Stéphanien supérieur, étage « ambigu permo-carbonifère », Autunien inférieur, moyen et supérieur. Les remarquables descriptions de Zeiller devaient être revues en fonction des progrès réalisés durant ces dernières années dans le domaine de la paléobotanique. L'étude des rapports de la flore autunienne avec la flore stéphanienne d'une part, avec les flores permienues d'autre part, devait logiquement apporter des éléments de solution au problème posé par la limite du Carbonifère et du Permien.

C'est ce travail qui m'a été confié par le professeur P. Pruvost et que j'ai effectué au laboratoire de Géologie de l'Institut catholique de Toulouse sous la direction du R. P. Bergounioux.

Une série d'études préliminaires effectuées dans les gisements de l'Aveyron, du Lot, du Cantal et du Puy-de-Dôme [Bergounioux et Doubinger, 1943, 1945, 1946, 1949, Doubinger, 1947] m'ont

permis de préciser la connaissance des flores stéphanienues. Dans les Découvertes de Decazeuille, de nombreux échantillons furent récoltés, en particulier dans les niveaux les plus élevés, disparus actuellement à la suite des travaux. Leur détermination a montré qu'il s'agissait d'une formation correspondant à l'étage des Calamodendrées ou Stéphanien supérieur [Bergounioux et Doubinger, 1943].

La révision systématique de l'ensemble de la flore du bassin de Decazeuille fut entreprise dans la suite, en collaboration avec P. Vetter ; elle confirme l'existence du Stéphanien supérieur et prouve son extension dans le SE du bassin où de nombreux gîtes fossilifères ont été exploités. Au cours de ces travaux, qui ne sont pas encore achevés, j'ai pu enregistrer d'importantes observations sur la fréquence relative des espèces, sur leur répartition géographique à l'intérieur du bassin, sur leur mode d'association et leurs relations avec les faciès, etc...

Dépassant le cadre du bassin de Decazeuille, où l'Autunien n'a livré que des fossiles indéterminables, j'ai entrepris la révision d'un matériel assez abondant dispersé dans de nombreuses collections, tant en France qu'à l'étranger.

La collection de l'École des Mines de Paris m'a fourni des pièces remarquables. A Blanzv, à Decize et à Saint-Étienne, j'ai visité les collections rassemblées par les soins des Houillères. Dans chacun de ces gisements j'ai pu effectuer moi-même quelques récoltes et me rendre compte ainsi de la fréquence de certaines espèces. A l'École des Mines de Sarrebruck j'ai examiné des échantillons dont certains présentent un intérêt indéniable. Les collections conservées dans les Musées géologiques des Facultés m'ont souvent livré une documentation très appréciable : Institut de la Houille à Lille ; collection de Paléontologie de la Sorbonne ; Musée géologique de la Faculté des Sciences de Montpellier. J'ai trouvé de très belles empreintes dans la collection du Musée de la Société d'Histoire naturelle d'Autun.

Grâce à une subvention du Centre national de la Recherche scientifique, j'ai pu étudier des collections de plantes provenant des bassins chinois (Shansi et Kaiping), conservées à Bruxelles (Musée royal d'Histoire naturelle) et à Heerlen (Bureau géologique des Mines).

J'ai enfin examiné des sondages conservés dans les services du B. R. G. G. M. et effectué de nombreuses récoltes sur les affleurements, en particulier dans le bassin de Brive, à Lodève, dans les Vosges.

*
* *
*

Ce mémoire comprendra deux parties. Dans la première, j'étudierai la composition de la flore des différents niveaux stratigraphiques qui représentent le passage du Carbonifère supérieur au Permien : Stéphanien supérieur, étage ambigu permo-carbonifère, Autunien inférieur, moyen et supérieur. Des listes grouperont pour chacun de ces étages les espèces végétales provenant d'une vingtaine de gisements du Massif Central, des Vosges et de la Sarre. La confrontation des divers ensembles permettra de dégager les caractères floristiques des étages stratigraphiques successifs. Ces observations seront ensuite comparées aux résultats des travaux effectués par divers auteurs sur les flores permo-carbonifères d'Europe, de Russie et d'Asie.

Dans la deuxième partie, j'exposerai les discussions paléontologiques se rapportant aux espèces litigieuses ainsi que les difficultés rencontrées dans certaines déterminations. Quelques descriptions originales y seront consignées. J'envisagerai, en outre, la répartition géographique des espèces les plus intéressantes.

Le problème de la limite du Carbonifère et du Permien sera discuté dans les conclusions générales, en fonction des caractères paléobotaniques des différents étages. Je proposerai enfin, une nouvelle subdivision de l'échelle stratigraphique du Stéphanien supérieur et de l'Autunien.

PREMIÈRE PARTIE

COMPOSITION

DE LA FLORE AUTUNO-STÉPHANIENNE

CHAPITRE I

STÉPHANIEN SUPÉRIEUR

1. Bassin de Decazeville.

Le bassin de Decazeville occupe une dépression dans les terrains métamorphiques, au NW du département de l'Aveyron. Plusieurs accidents majeurs se croisent sur l'emplacement de cette cuvette houillère : faille de Villefranche, zone broyée d'Argentat, grand chenal houiller, failles du détroit de Rodez. Étroitement resserré au N, le bassin s'épanouit largement au S du Lot ; au SE, il est recouvert en discordance par une étroite bande d'Autunien que surmonte la puissante série de grès rouges saxoniens du détroit de Rodez. Par endroits, les dépôts carbonifères sont masqués par des placages détritiques tertiaires.

Les premiers dépôts houillers ont été accompagnés d'éruptions volcaniques dont les coulées affleurent sur les bordures, les sondages les ont recoupées en divers points du bassin. On distingue trois faisceaux productifs séparés les uns des autres par d'épaisses assises de poudingues. Dans la nomenclature locale, on les désigne sous le nom de systèmes inférieur, moyen et supérieur ; tous les trois semblent appartenir au *Stéphanien moyen*.

Le *Stéphanien supérieur* a été reconnu en deux régions différentes du bassin ; il semble avoir formé des lambeaux discontinus. Les principaux affleurements se trouvent dans la région du Mazel [Doubinger et Vetter, 1951 a] au SE du bassin, et au sommet des Découvertes [Bergounioux, 1944].

1. *LA FORMATION DU MAZEL*. — La formation du Mazel occupe toute la région sud-est du bassin, entre les vallées du Riou-Vieux et du Riou-Mort. Vers le N, elle s'étend au delà de la route de Cransac à Firmy ; à l'E, elle disparaît sous l'étroite bande d'Autunien discordant que surmonte la puissante série des grès rouges saxoniens. Au S, ses dépôts sont discordants sur les couches de l'Etang que l'on rattache au système moyen de Decazeville. Près du hameau des Caumels, à 2 km environ au NW du village d'Auzits, ils semblent reposer directement sur une avancée du système inférieur.

Les premières observations sur la flore du bassin de Decazeville sont dues à Grand'Eury [1877]. Dans ses notes de voyage, il rapporta l'ensemble des dépôts de Decazeville à l'étage des Calamodendrées, en soulignant les analogies étroites qu'ils présentent avec l'assise d'Avaize, du bassin de la Loire.

Bergeron [1887, 1889] admettait que les affleurements de la région du Mazel, « des Claux, du Cayrou et de Couffinières, pourraient appartenir au système moyen », c'est-à-dire à un horizon inférieur à l'étage des Calamodendrées.

Dans une note récente [Doubinger et Vetter, 1951 a], l'opinion de Bergeron a été infirmée et les couches

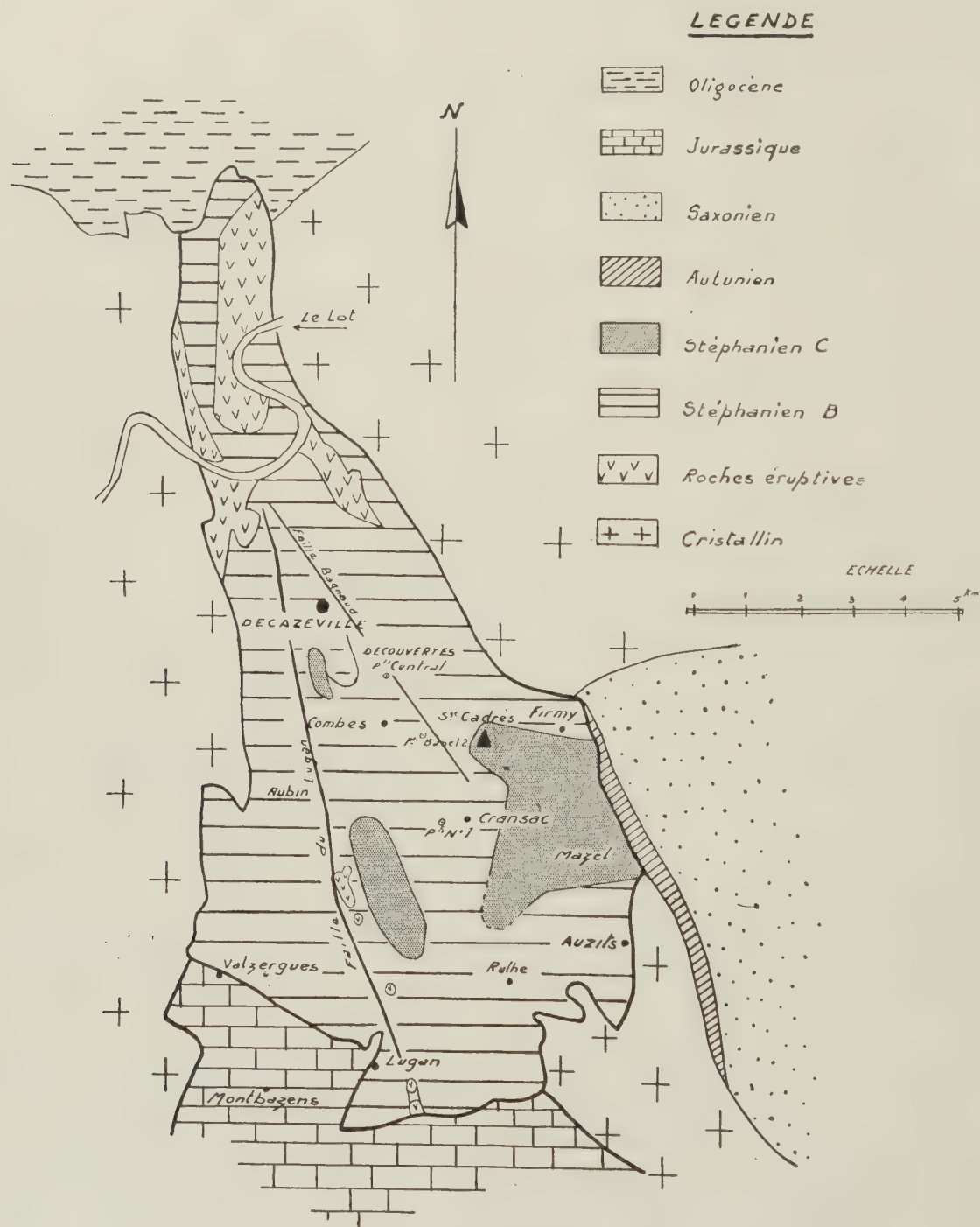


FIG. 1. — Bassin de Decazeville.

du Mazel, attribuées au Stéphanien supérieur, ont été parallélisées avec les dépôts qui constituent le sommet des Découvertes [Doubinger et Vetter, 1951 b]. Il paraissait intéressant de reprendre avec quelques détails l'étude de la flore de ces formations.

La série du Mazel comprend quelques passages schisto-charbonneux séparés par d'épais bancs de poudingues : ceux-ci lui confèrent un faciès détritique caractéristique. Le toit des veines de houille est très fossilifère et la présence d'anciennes galeries a facilité la récolte des échantillons. Certaines empreintes présentent des dimensions considérables. Les points fossilifères sont nombreux et les listes ont pu être groupées suivant leur provenance en deux ensembles : les affleurements des environs de Sauguières et ceux de la région du Mazel s. s. (les Claux, Couffinières, la Vigarie).

a) FLORE DE SAUGUIÈRES. Un grand nombre de points fossilifères ont été explorés dans la région du hameau de Sauguières. On y a récolté les espèces suivantes :

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Neuropteris pseudo-blissi</i> POT.
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	<i>N. zeilleri</i> DE LIMA
<i>P. cf. densifolia</i> GOEPP.	<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.	<i>Cyclopteris</i> (entiers et laciniés)
<i>P. hemitelioides</i> BRONG.	<i>Dicksonites pluckeneti</i> SCHLOTH.
<i>P. cf. oreopteridia</i> BRONG.	<i>Pseudomariopteris busqueti</i> ZEILL.
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORS.	<i>Ps. ribeyroni</i> ZEILL.
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG.	<i>Emplectopteris ruthenensis</i> DOUB.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Ovopteris pecopteroides</i> LANDESKR.
<i>P. tenuinervosa</i> CORS.	<i>Sphenopteris matheti</i> ZEILL.
<i>P. truncata</i> ROST	<i>Taeniopteris cf. jejuna</i> GR. EU.
<i>P. unita</i> BRONG.	<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG.	<i>Sph. cf. thoni</i> MAHR (ou <i>costae</i> ?)
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.	<i>A. spicata</i> GUTB.
<i>Pecopteridium costei</i> ZEILL.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. magnum nov. sp.</i>	<i>Cordaites cf. foliolatus</i> GR. EU.
<i>Odontopteris brardi</i> BRONG.	<i>C. lingulatus</i> GR. EU.
<i>O. minor</i> BRONG.	<i>Poacordaites linearis</i> GR. EU.
<i>O. minor-zeilleri</i> POT.	<i>cf. Dicranophyllum sp.</i>
<i>Neuropteris cordata</i> BRONG.	<i>Aphlebia sp.</i>
<i>N. cf. gallica</i> ZEILL.	<i>Cardiocarpus, Samaropsis</i>
<i>N. planchardi</i> ZEILL.	spicules de <i>Lépidodendrées</i> (<i>Lepidophyllum sp.</i>).

On remarque, à première vue, dans cette liste, la fréquence et la diversité des *Pécoptéridées* et la présence de plusieurs formes nouvelles.

b) FLORE DU MAZEL s. s. Quatre gisements ont donné des récoltes très riches. Ce sont, du N au S : les déblais de l'ancien puits du Mazel ; le ravin des Claux ; le ravin séparant le hameau de la Vigarie du hameau de Couffinières et le ravin de Couffinières, près du hameau des Places.

L'ensemble des espèces récoltées dans ces divers affleurements a été groupé dans la liste suivante :

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.
<i>P. daubreei</i> ZEILL.	<i>Odontopteris brardi</i> BRONG.
<i>P. monyi</i> ZEILL.	<i>O. cf. genuina</i> GR. EU.
<i>P. cf. oreopteridia</i> BRONG.	<i>O. minor</i> BRONG.
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG.	<i>O. minor-zeilleri</i> POT.
<i>P. cf. pseudo-bucklandi</i> ANDR.	<i>O. cf. obtusa</i> BRONG.
<i>P. unita</i> BRONG.	<i>O. subcrenulata</i> ROST
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG.	<i>Neuropteris cordata</i> BRONG.

Neuropteris crenulata BRONG.
N. gallica ZEILL.
N. pseudo-blissi POT.
Linopteris brongniarti GUTB.
Cyclopteris (entiers et laciniés)
Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.
Pseudomariopteris busqueti ZEILL.
Ps. ribeyroni ZEILL.
Ovopteris pectopteroides LANDESKR.
Sphenopteris casteli ZEILL.
Sph. cf. fossorum ZEILL.
Sph. matheti ZEILL.
Rhacopteris sp.
Zygopteris cf. pinnata GR. EU.
Taeniopteris jejuna GR. EU.

Taeniopteris multinervis WEISS
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Sph. thoni MAHR
Annularia sphenophylloides ZENK.
A. spicata GUTB.
A. stellata SCHLOTH.
Ast. equisetiformis SCHLOTH.
Calamites cisti BRONG.
C. cruciatus STERNB.
Cordaites lingulatus GR. EU.
Poacordaites sp.
Aphlebia acanthoides ZEILL.
A. rhizomopha ZEILL.
graines variées.

Seules quelques différences de détail distinguent la flore de la région du Mazel de celle de Sauguières. On note, en particulier à Sauguières, la présence de plusieurs espèces nouvelles ou rares : *Emplectopteris ruthenensis* DOUB. [Doubinger, 1951], *Pecopteridium magnum nov. sp.*, *Neuropteris zeilleri* DE LIMA.

Il faut cependant souligner les caractères communs des deux flores : la persistance d'un grand nombre de formes du *Stéphanien moyen* ; la fréquence et la diversité des *Pecopteris*, des *Neuropteris* et des *Sphenopteris* ; enfin la présence de *T. multinervis*, *P. monyi*, *P. elaverica*, *Sph. casteli*, *Sph. thoni*, *O. minor* BRONG., très rares ou inconnus dans les dépôts du *Stéphanien moyen*. On enregistre par contre, une certaine rareté des *Odontopteridées*.

Dans la note citée précédemment, ces caractères ont été comparés à ceux du *Stéphanien supérieur* de la Loire, établis par P. Corsin [1950], et les ressemblances indéniables ont permis de synchroniser les deux formations [Doubinger et Vetter, 1951 a]. Cette position doit être maintenue. Les révisions qui ont précédé la mise au point de ce chapitre ont confirmé nos premières observations.

2. *LES NIVEAUX SUPÉRIEURS DES DÉCOUVERTES*. — A la sortie de l'agglomération de Decazeville se situent les exploitations à ciel ouvert : Découvertes de Lassale et de Combes, qui sont réunies à l'heure actuelle en une seule carrière. Elles mettent à nu l'anticlinal formé par la grande couche de Bourran (40-80 m de puissance) qui représente la plus grande partie du « système supérieur » de la nomenclature locale. Au toit immédiat de la couche se trouvent une quarantaine de mètres de grès, parfois schisteux, dont la flore est celle de la partie la plus élevée du *Stéphanien moyen* (assise de Saint-Étienne). Une assise de schistes bleutés, beaucoup plus fins, fait suite aux grès schisteux du toit ; elle renferme une flore à *O. minor-zeilleri*, *Lebachia piniformis*, des débris de Poissons, des *Anthracomya* et de nombreux nodules phosphatés appelés « coprolithes » par les mineurs. Au sommet des Découvertes, à proximité des côtes 350-380, une autre série de grès et de schistes semble légèrement discordante sur les schistes bleutés. Cette formation très fossilifère, a été attribuée au *Stéphanien supérieur* [Bergounioux et Doubinger, 1943].

Grand'Eury [1877] avait rapporté cette série à l'étage des Calamodendrées.

Bergeron [1887-1888] et, quelques années plus tard, Bergeron, Jardel et Picandet [1900] rattachaient au Permien les dépôts reposant sur le toit du Houiller des couches du Négrin, de Bourran et du Fraysse.

Une première étude de la flore de ces terrains fut commencée en 1943. Les résultats avaient permis de distinguer trois niveaux dans la puissante série entaillée par les Découvertes : le *toit de la grande couche de Bourran* renfermant une flore du *Stéphanien moyen*, le « système supérieur » de la nomenclature locale est donc d'âge stéphanien moyen ; la *zone des schistes bleutés* à Poissons et coprolithes formant une zone de tran-

sition entre la flore du Stéphanien moyen et celle du Stéphanien supérieur ; les *niveaux les plus élevés*, grésoschisteux, renfermant une flore différente de celle du toit : elle fut attribuée au Stéphanien supérieur.

Ces observations étaient basées sur un nombre d'échantillons relativement faible. Une révision s'imposait. Elle a été entreprise sur un matériel très abondant, récolté systématiquement pendant plusieurs années par les soins du Service géologique des Houillères du bassin d'Aquitaine. Les prélèvements d'empreintes ont été effectués banc par banc, de sorte qu'il a été possible de se faire une idée de la fréquence des différentes espèces. Parallèlement à ces observations, on a essayé de noter les variations de la composition de la flore en fonction du faciès des dépôts. Ces remarques seront intégrées dans le chap. II de la 2^e partie.

Les déterminations ont été effectuées sur des empreintes collectées entre les niveaux 350 et 380. La liste suivante a pu être établie :

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Cyclopteris</i> de <i>Linopteris</i>
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Cyclopteris</i> laciniés
<i>P. cyathea</i> var. <i>major</i> nov. var.	<i>Cyclopteris</i> de très grande taille associés à <i>O. bourranensis</i>
<i>P. cyathea</i> fructifié	
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.	<i>Dicksonites pluckeneti</i> SCHLOTH.
<i>P. monyi</i> ZEILL.	<i>Pseudomariopteris busqueti</i> ZEILL.
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORS.	<i>Ps. ribeyroni</i> ZEILL.
<i>P. platoni</i> GR. EU.	<i>Ovopteris pecopteroides</i> LANDESKR.
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG.	<i>Sphenopteris casteli</i> ZEILL.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Sph. matheti</i> ZEILL.
<i>P. pseudo-bucklandi</i> ANDR.	<i>Zygopteris</i> cf. <i>pinnata</i> GR. EU.
<i>P. tenuinervosa</i> CORS.	<i>Zygopteris</i> sp.
<i>P. truncata</i> ROST	<i>Taeniopteris jejuna</i> GR. EU.
<i>P. unita</i> BRONG.	<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG.	<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAUFF.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.	<i>A. spicata</i> GUTB.
<i>Pecopteridium costei</i> ZEILL.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>Odontopteris bourranensis</i> DOUB. et VETT.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>O. brardi</i> BRONG.	<i>Calamites cisti</i> BRONG.
<i>O. dufrenoyi</i> BRONG.	<i>C. cruciatus</i> STERNB.
<i>O. genuina</i> GR. EU.	<i>C. suckowi</i> BRONG.
<i>O. minor</i> BRONG.	<i>Aphlebia elongata</i> ZEILL.
<i>O. minor-zeilleri</i> POT.	<i>Aphlebia</i> sp.
<i>O. obtusa</i> BRONG.	<i>Sigillaria brardi</i> BRONG.
<i>O. subcrenulata</i> ROST	<i>Cordaites</i> sp.
<i>O. subcrenulata</i> var. <i>elongata</i> DOUB. et VETT.	<i>Poacordaites linearis</i> GR. EU.
<i>Neuropteris cordata</i> BRONG. (à très grandes pinnules)	<i>Dolerophyllum pseudo-peltatum</i> GR. EU.
<i>N. crenulata</i> BRONG.	<i>Pachytesta gigantea</i> GR. EU.
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.	graines.
<i>L. germari</i> GIEB.	

De cet ensemble de près de 60 espèces, on peut dégager les caractères suivants : la persistance d'un grand nombre d'espèces banales se rencontrant à tous les niveaux du Stéphanien ; la fréquence et la diversité des Pécoptéridées (14 espèces), des Odontoptéridées et des Sphénoptéridées ; la présence de quelques formes qui sont inconnues dans les niveaux inférieurs du Stéphanien (*O. minor*, *Sph. casteli*, *Sph. angustifolium*).

Dans leur ensemble, ces caractères sont à peu près identiques à ceux qui caractérisent la flore du Mazel. Le tableau comparatif VII, p. 151 met en évidence les traits communs à ces deux végétations, mais il en souligne aussi les différences : absence dans les Découvertes, de *T. multinervis*

et de *Sph. thoni* ; très grand développement des *Odontopteris*, les uns à petites pinnules de type *O. minor*, les autres, à feuillage opulent, formés de pinnules arrondies souvent très développées.

En même temps on remarque une certaine rareté des *Neuropteris* qui ne sont représentés que par une seule espèce bien caractérisée et une empreinte douteuse. Au Mazel, au contraire, les Neuroptéridées, très variées, sont plus nombreuses que les Odontoptéridées. De plus, à la Découverte comme au Mazel, on n'a pas récolté de Conifères ; ces dernières existent, dans les Découvertes, à des niveaux plus anciens (schistes bleus).

Malgré ces différences de détail, qui semblent être étroitement liées aux faciès des roches, on peut admettre qu'il s'agit de deux dépôts synchroniques. Il ne semble pas en effet, que cette formation ait recouvert l'ensemble du bassin. Bien identifiée au SE du bassin, dans la région du Mazel, elle se retrouve au sommet des Découvertes, mais elle y présente un faciès moins détritique ; elle existe vraisemblablement aussi le long de la bordure est du bassin où elle semble recouvrir, en surface, la série productive de Saint-Michel. Des empreintes assez significatives ont été récoltées en divers points de cette région : *Pecopteris elaverica* ZEILL., *P. monyi* ZEILL., *Sphenopteris casteli* ZEILL., *Sphenophyllum thoni* MAHR ; mais les listes sont trop incomplètes pour pouvoir donner des certitudes. Une flore semblable à celle du Mazel a été identifiée dans la partie supérieure du sondage de Cadrès I. Les autres sondages effectués dans le bassin ne paraissent pas avoir traversé cette assise [Vetter, 1950, 1953].

3. CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA FLORE DE LA FORMATION DU MAZEL. — En conclusion, on peut essayer de caractériser l'ensemble de cette formation.

Au sein d'une flore stéphanienne banale, on note la fréquence et la diversité des *Pecopteris*, des *Odontopteris*, des *Neuropteris*, des *Sphenopteris* et des *Sphenophyllum* ainsi que la présence de plusieurs espèces qui sont inconnues ou très rares dans les assises du Stéphanien inférieur et moyen : *P. monyi*, *P. elaverica*, *O. minor*, *Sph. casteli*, *Sph. thoni*, *Sph. angustifolium*.

Il faut enfin mentionner l'existence dans chaque gisement de quelques espèces rares ou particulières. Leur nouveauté ou leur rareté interdit d'en tirer argument au point de vue stratigraphique. Leur importance sera discutée dans le chapitre traitant de la systématique des formes citées.

2. Bassin de Brive.

Le bassin permo-houiller de Brive est un des bassins les plus étendus de la région du SW de la France. Il offre l'intérêt de présenter une succession de terrains assez complète, où les dépôts houillers passent graduellement aux terrains permien. La bordure de ce vaste bassin est jalonnée par une série de petits lambeaux carbonifères dont les plus importants forment les bassins de Terrasson et de Chabrignac. Dans le petit bassin de Terrasson, les exploitations les plus connues sont celles de Cublac et du Lardin. D'autres affleurements houillers ont été reconnus à la Chapelle-aux-Brots, à Parjadis, à Juillac.

Pour Grand'Eury [1877], les dépôts du groupe de Cublac devraient se placer vers le sommet du terrain houiller et correspondre aux couches supérieures de Saint-Étienne. L'exploitation du Lardin, intéressant une couche située à 180 m au-dessus de la couche exploitée à Cublac, appartiendrait encore au terrain houiller.

Zeiller [1880] a souligné les affinités que présente la flore de Cublac avec celle de Commentry. Comme cette dernière, elle se placerait au sommet du Houiller supérieur ; les affleurements du Lardin et du Puits Sautet seraient du même âge. Quant aux argilithes de Peyrignac, Zeiller hésitait à les classer dans le Stéphanien supérieur, en raison de la présence de quelques types assez particuliers, mais l'absence de formes se rattachant au genre *Callipteris* ne lui permit pas de les attribuer au Permien.

L'exploitation des gisements de la Corrèze étant arrêtée depuis quelques dizaines d'années,

la méthode de travail adoptée dans le bassin de Decazeville n'a donc pu être appliquée intégralement. Une documentation assez importante a cependant été mise à ma disposition. Les collections récoltées par Mouret [1891] et étudiées par Zeiller sont conservées à l'École nationale supérieure des Mines de Paris et à la Sorbonne où j'ai pu les examiner à loisir ; j'y ai relevé un certain nombre d'échantillons conservés par Mouret et ne figurant pas dans les listes de Zeiller. De plus, j'ai effectué moi-même des récoltes dans les affleurements de la région de Cublac, ce qui m'a permis de préciser la fréquence de certaines espèces.

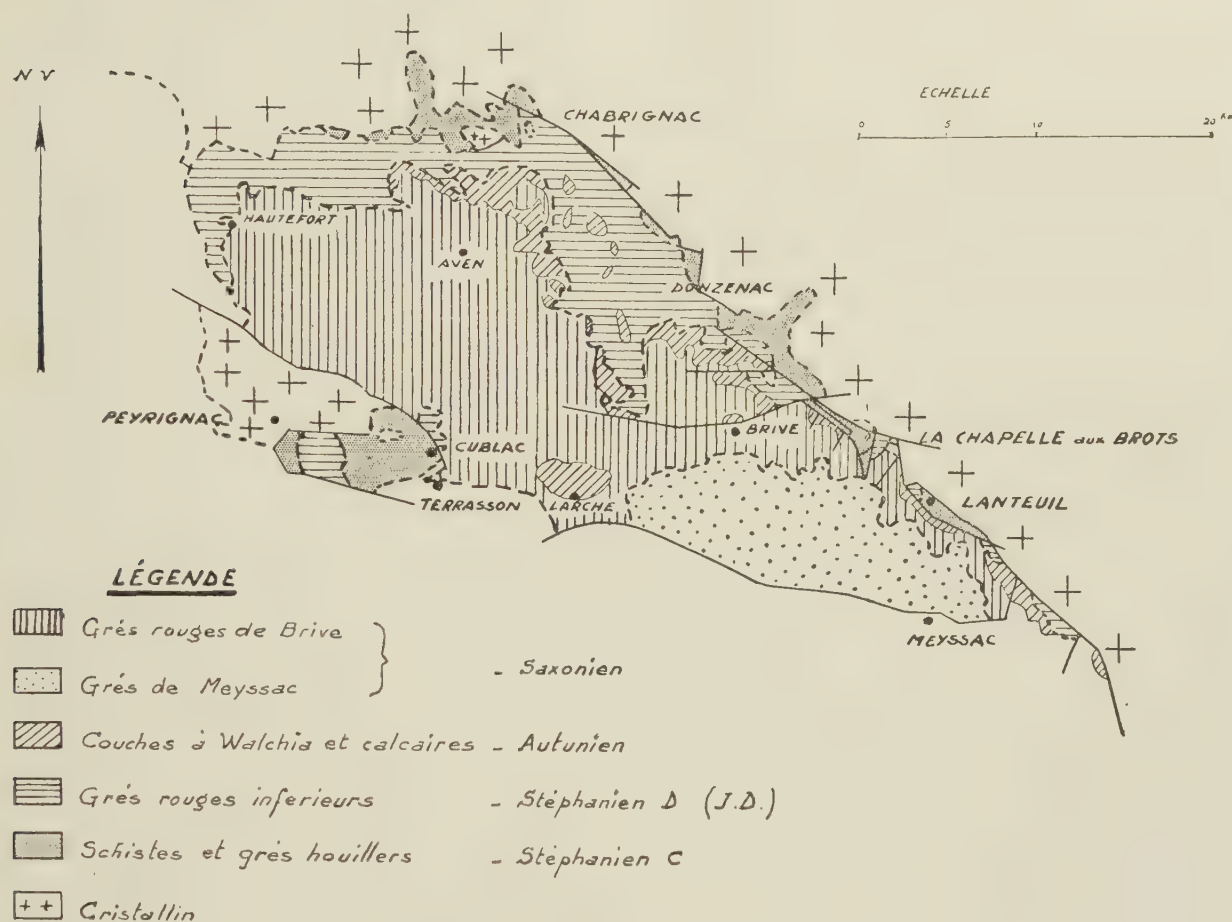


FIG. 2. — Bassin de Brive.

Dans ce chapitre j'étudierai successivement : la flore des affleurements du bassin de Terrasson, à l'W de Brive ; la flore du bassin de Chabrignac, au NW de Brive ; enfin, la flore des affleurements qui jalonnent la bordure est du bassin de Brive.

1. **FLORE DU BASSIN DE TERRASSON.** — Les affleurements du bassin de Terrasson s'étendent le long de la bordure méridionale du massif cristallin de même nom, depuis Cublac jusqu'au S de Peyrignac. Au N, ils sont limités par la faille de Beauregard ; au S, par celle de Meyssac et par les côteaux liasiques de Terrasson ; à l'W, ils disparaissent sous le recouvrement formé par les terrains secondaires ; à l'E, ils sont limités par la faille de Châtres. Des empreintes ont été récoltées à Cublac, au Lardin, à Peyrignac et au Puits Sautet près de la Combe-Ségueard. Entre ces différents groupes d'affleurements, les sédiments houillers sont partiellement recouverts par des grès liasiques, des grès permien et des alluvions des vallées.

a) Les AFFLEUREMENTS DE CUBLAC sont particulièrement fossilifères. On y a déterminé :

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Taeniopteris jejuna</i> GR. EU.
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.
<i>P. daubreei</i> ZEILL.	<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.	<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.
<i>P. hemitelioides</i> BRONG.	<i>A. spicata</i> GUTB.
<i>P. monyi</i> ZEILL.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORS.	<i>Calamites cruciatus</i> GOEPP.
<i>P. platoni</i> GR. EU.	<i>C. suckowi</i> BRONG.
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG.	<i>Lebachia piniiformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Ernestiodendron filiciforme</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG.	<i>Gomphostrobus bifidus</i> GEIN.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>Cordaite angulosostriatus</i> GR. EU.
<i>C. pleridium</i> SCHLOTH.	<i>C. lingulatus</i> GR. EU.
<i>Odontopteris brardi</i> BRONG.	<i>Poacordaite</i> sp.
<i>O. cf. bourranensis</i> DOUB. et VETT.	<i>Sigillaria brardi</i> BRONG.
<i>O. obtusa</i> BRONG.	<i>Stigmara ficoides</i> BRONG.
<i>O. subcrenulata</i> ROST	<i>Dicranophyllum</i> sp.
<i>Neuropteris cordata</i> BRONG.	<i>Aphlebia elongata</i> ZEILL.
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.	<i>Aphlebia</i> sp.
<i>Dicksonites pluckenetii</i> SCHLOTH.	<i>Cardiocarpus</i> sp.
<i>Ovopteris pecopteroides</i> LANDESKR.	<i>Cordaianthus</i> sp.
<i>Sphenopteris matheti</i> ZEILL.	<i>Samaropsis</i> sp.
<i>Zygopteris pinnata</i> GR. EU.	

Le gisement est particulièrement riche en Pécoptéridées. On y note, de plus, une certaine fréquence des Odontoptéridées, mais *O. minor* n'y a pas été signalé. Il faut souligner, en outre, la présence de *P. monyi*, *P. pinnatifida*, *Sph. angustifolium*, *Sph. tenuifolium* et de plusieurs espèces de Conifères.

b) Non loin de Cublac, les AFFLEUREMENTS DU LARDIN ont fourni de nombreuses empreintes de Végétaux. La liste, plus courte que celle de Cublac, comprend les espèces suivantes :

<i>Pecopteris cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Annularia stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. daubreei</i> ZEILL.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.	<i>Lebachia piniiformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>P. hemitelioides</i> BRONG.	<i>L. speciosa</i> FLOR.
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	<i>Ernestiodendron filiciforme</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Cordaite lingulatus</i> GR. EU.
<i>P. unita</i> BRONG.	<i>C. angulosostriatus</i> GR. EU.
<i>Odontopteris brardi</i> BRONG.	<i>Sigillaria brardi</i> BRONG.
<i>O. minor</i> BRONG.	<i>Stigmara ficoides</i> BRONG.
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.	<i>Sigillariostrobus</i> sp.
<i>Pseudomariopteris ribeyroni</i> ZEILL.	<i>Aphlebia aconthoides</i> ZEILL.
<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF.	nombreuses graines
<i>Annularia spicata</i> GUTB.	

Cet ensemble comprend surtout des formes stéphanienues assez banales. Il faut toutefois noter la présence de *O. minor* BRONG. (type de l'espèce) et celle de plusieurs Conifères.

c) Le niveau des ARGILITHES DE PEYRIGNAC a donné de nombreux fossiles de petites dimensions, mais dont les détails de structure sont remarquablement conservés. On y relève :

<i>Pecopteris bredovi</i> GERM.	<i>Pecopteris cyathea</i> SCHLOTH.
<i>P. candollei</i> BRONG.	<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.

<i>Pecopteris integra</i> ANDR.	<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	<i>Annularia spicata</i> GUTB.
<i>P. platoni</i> GR. EU.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG.	<i>Calamites suckowi</i> BRONG.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Equisetites cf. vaujolyi</i> ZEILL.
<i>P. pseudo-bucklandi</i> ANDR.	<i>Cordaïtes lingulatus</i> GR. EU.
<i>P. truncata</i> ROST	<i>Aphlebia dichotoma</i> GUMB.
<i>Odontopteris subcrenulata</i> ROST	<i>Aphlebia</i> sp.
<i>Neuropteris</i> (?) <i>delasi</i> ZEILL.	<i>Macrostachya carinata</i> GERM.
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.	<i>Cordaïcarpus</i> sp.
<i>Dicksonites beyrichi</i> WEISS	<i>Trigonocarpus</i> sp.
<i>D. pluckeneti</i> SCHLOTH.	<i>Rhabdocarpus</i> sp.
<i>Pseudomariopteris paleau</i> ZEILL.	<i>Samaropsis</i> sp.

La flore de Peyrignac renferme quelques formes qui n'ont pas été rencontrées dans les gisements précédents. Il faut citer en particulier : *P. pseudo-bucklandi*, *P. integra*, *P. brevodi*, *N. delasi*, *P. paleau* et *D. beyrichi*. Par contre, on n'y a pas récolté de Conifères. Les *Odontopteris* y sont plus rares et moins variés.

d) Au Puits Sautet, près de la Combe-Séguerd, on a déterminé :

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Linopteris</i> sp.
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Dicksonites pluckeneti</i> SCHLOTH.
<i>P. daubreei</i> ZEILL.	<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.
<i>P. integra</i> ANDR.	<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.
<i>P. platoni</i> GR. EU.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>P. unita</i> BRONG.	<i>Cordaïtes</i> sp.
<i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOTH.	graines
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.	

Cette liste groupe des formes stéphaniennes banales. On n'y relève aucun caractère particulier.

e) Toujours dans le bassin de Terrasson, les affleurements de Saint-Lazare, de Beauregard, de Villedieu, de la Tuillière et de la Pagégie ont fourni quelques empreintes de faible importance. Il faut citer enfin, les espèces recueillies par Mouret [1891] au fond du Puits de Larche (niveau de 430 m) :

<i>Pecopteris daubreei</i> ZEILL.	<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.	<i>Rhacopteris</i> sp.
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORS.	<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Annularia stellata</i> SCHLOTH.
<i>Odontopteris brardi</i> BRONG.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.

On retrouve, dans cet ensemble, les formes citées dans les listes précédentes.

2. FLORE DU BASSIN DE CHABRIGNAC. — Les dépôts houillers du bassin de Chabrignac s'étendent au NW de Brive entre Lascaux et Saint-Bonnet-la-Rivière ; à l'E, vers Vignols, ils disparaissent sous le Permien. Formés en majeure partie par des grès plus ou moins jaunâtres, ils renferment, vers leur sommet, une mince couche de houille.

Les fossiles végétaux y sont moins nombreux que dans le bassin de Terrasson. Près de Chabrignac, on a récolté :

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
P. daubreei ZEILL.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. hemitelioides BRONG.
P. unita BRONG.
Alethopteris grandini BRONG.
Odontopteris brardi BRONG.
Linopteris brongniarti GUTB.
Dicksonites beyrichi WEISS

Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.
Ovopteris pecopteroides LANDESKR.
Sphenopteris matheti ZEILL.
Zygopteris pinnata GR. EU.
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Aphlebia dichotoma GUMB.
Macrostachya carinata GERM.
Stigmaria ficoides BRONG.
 Spicules de Sigillaires

Il importe de souligner la présence dans cette liste de *D. beyrichi* WEISS, qui figure également dans la flore de Peyrignac.

Les autres points fossilifères de la région de Chabrignac (Varets, Vignols, La Viale, Les Brandes) ont donné les espèces suivantes :

Pecopteris unita BRONG.
Odontopteris brardi BRONG.
Sphenopteris matheti ZEILL.
Macrostachya carinata GERM.
Aphlebia dichotoma GUMB.

Annularia spicata GUTB.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Calamites gigas BRONG.
Lebachia piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)
L. (W.) hypnoides GOEPP.

Dans cet ensemble floristique, les Conifères sont assez fréquentes.

3. FLORE DES AFFLEUREMENTS SITUÉS SUR LA BORDURE EST DU BASSIN DE BRIVE. — a) LA CHAPELLE-AUX-BROTS. Des grès assez grossiers renferment quelques veines de grès charbonneux et des veinules de houille. On y a déterminé :

Pecopteris bredovi GERM.
P. candollei BRONG.
P. cyathea SCHLOTH.
P. daubreei ZEILL.
P. hemitelioides BRONG.
P. monyi ZEILL.
P. oreopteridia BRONG.

Pecopteris plumosa-dentata BRONG.
P. polymorpha BRONG.
P. pseudo-bucklandi ANDR.
Sphenopteris matheti ZEILL.
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Sph. thoni MAHR
Aphlebia acanthoides ZEILL.

Cet ensemble comprend une forme qui n'a pas été reconnue dans les gisements étudiés précédemment : *Sph. thoni* MAHR. De plus, on y retrouve deux espèces qui semblaient caractériser la flore de Peyrignac : *P. pseudo-bucklandi* et *P. bredovi*. Il faut noter, en outre, la présence de *P. monyi*, qui est particulièrement fréquent à Cublac.

b) GRÈS DU PARJADIS ET DE SÉRILLAC. Ce sont des grès à faciès houiller renfermant quatre couches de houille, peu épaisses. On y a identifié les formes suivantes :

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
P. hemitelioides BRONG.
Callipteridium pteridium SCHLOTH.
Odontopteris brardi BRONG.
Linopteris brongniarti GUTB.
Rhacopteris sp.

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Annularia stellata SCHLOTH.
Cordaites sp.
Dorycordaites sp.
 Graines

Cette liste ne comprend que des formes banales figurant dans toutes les listes antérieures.

3. *CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA FLORE DU BASSIN DE BRIVE.* — L'ensemble de la flore du Houiller de Brive groupe une cinquantaine d'espèces. Les déterminations de Zeiller n'ont subi que de faibles modifications. Quelques récoltes nouvelles ainsi que la détermination de plusieurs pièces de musée ont permis de compléter les listes de Zeiller.

On peut aisément en déduire les caractères suivants : fréquence d'un grand nombre de formes stéphanienues banales ; présence de quelques espèces cantonnées dans la partie supérieure du Stéphanien (*Pecopteris monyi*, *Sphenopteris matheli*, *Sphenophyllum thoni*, *Sph. tenuifolium*...) ; variété des *Pecopteris* et des *Odontopteris* ; présence de quelques formes rares ou inexistantes dans les autres bassins français (*D. beyrichi*, *P. bredovi*) ; présence de quelques formes nouvelles, de signification stratigraphique encore inconnue ; enfin, fréquence de quelques types de Conifères, encore peu variées.

Ces caractères correspondent dans l'ensemble à ceux qui définissent la flore du Stéphanien supérieur de Decazeville. On note cependant quelques différences de détail avec les ensembles récoltés à Decazeville, en particulier : rareté des *Neuropteris* et de *O. minor* (le type de l'espèce de Brongniart provient cependant du bassin de Terrasson) ; absence de *Taeniopteris multinervis* WEISS ; enfin, fréquence des Conifères, qui n'ont pas été signalées dans les niveaux supérieurs du bassin de Decazeville.

L'exemple du bassin de Decazeville a montré que de telles différences dans la composition des flores peuvent se produire entre les flores de divers points d'un même bassin (en particulier, absence de *T. multinervis* et rareté des *Neuropteris* dans les Découvertes alors que ces formes sont très fréquentes dans la formation du Mazel). Ces variations s'observent également à l'intérieur même du bassin de Brive. On relève, en effet, quelques différences de détail entre les flores de Peyrignac et celles des affleurements voisins de Cublac et du Lardin ; mais elles ne semblent pas justifier une distinction de niveaux, comme l'avait suggéré Mouret [1891] qui pensait que les argilithes de Peyrignac devaient se rattacher aux couches de Châtres à *Callipteris conferta*. Les particularités que Mouret croyait propres à la flore de Peyrignac se retrouvent en réalité dans la flore de la Chapelle-aux-Brots et dans celle de Chabrignac.

3. Bassin de Commentry.

Le bassin de Commentry, situé à quelques kilomètres au SE de Montluçon, forme une cuvette dans les terrains métamorphiques ; il occupe une superficie de 27 km² environ. Recouverts localement par une mince couche d'alluvions, les sédiments houillers disparaissent au N sous une quarantaine de mètres de Permien. Le Houiller est surtout formé de grès et de roches grossières, entrecoupés de coulées de diorite. La sédimentation du bassin est assez spéciale et a fait l'objet des remarquables études de H. Fayol [1886].

Il y a trois faisceaux de couches. Seul le faisceau supérieur intéresse cette étude : il comprend essentiellement la « grande couche », qui se ramifie en plusieurs branches vers l'W et le SW.

Pour Grand'Eury [1877], les couches moyennes et supérieures du bassin de Commentry sont l'équivalent des assises les plus élevées du bassin de Saint-Étienne.

Dans une étude détaillée de la flore du terrain houiller de Commentry, Renault et Zeiller [1890] ont confirmé l'opinion de Grand'Eury, en rapportant les couches moyennes et supérieures de ce bassin à l'étage des Calamodendrées (Stéphanien supérieur).

Dans la suite, Sandberger, Potonié et Sterzel se sont demandé si la flore de Commentry n'était pas plutôt permienne [in Zeiller, 1894 a]. A. Julien pensait qu'elle était au contraire plus ancienne et devait être rapportée soit à l'étage des Filicacées (Stéphanien moyen), soit même à l'étage des Cordaïtes ou des Cévennes (partie inférieure du Stéphanien moyen).

Ces deux positions opposées et extrêmes ont été réfutées par Zeiller [1894 a] dans une communication « sur

l'âge des dépôts houillers de Commentry ». Il y confirme ses premières conclusions : « la grande couche de Commentry correspond bien à la série d'Avaize, à l'étage des Calamodendrées », c'est-à-dire à la zone la plus élevée du Stéphanién.

Il ne m'a pas été possible de récolter des échantillons sur le terrain. Mais j'ai pu examiner un grand nombre d'empreintes conservées dans les collections de l'École des Mines de Paris. Dans ce travail, je n'ai tenu compte que des fossiles provenant du faisceau supérieur : mur, toit et bancs intercalaires de la grande couche, 2^e couche.

Les déterminations de Zeiller [1888] n'ont pas subi de modifications notables ; quelques empreintes décrites n'ont malheureusement pas été retrouvées ; des pièces isolées ont été relevées dans diverses collections de province au cours des révisions.

La liste complète de la flore du faisceau supérieur de Commentry comprend une soixantaine d'espèces qui proviennent de plusieurs formations.

1. FLORE DU TOIT DE LA GRANDE COUCHE.

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Sphenopteris picandeti</i> ZEILL.
<i>P. daubreei</i> ZEILL.	<i>Zygopteris pinnata</i> GR. EU.
<i>P. densifolia</i> GOEPP.	<i>Rhacopteris courtini</i> ZEILL.
<i>P. integra</i> ANDR.	<i>Taeniopteris carnoti</i> ZEILL.
<i>P. paleacea</i> ZEILL.	<i>T. jejuna</i> GR. EU.
<i>P. platoni</i> GR. EU.	<i>Lesleya ensis</i> ZEILL.
<i>Alethopteris grand'euryi</i> ZEILL.	<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.
<i>A. grandini</i> BRONG.	<i>Sph. cf. costae</i> STERZ.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>Sph. longifolium</i> GERM.
<i>Odontopteris duponti</i> ZEILL.	<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>O. genuina</i> GR. EU.	<i>Sph. thoni</i> MAHR
<i>O. obtusa</i> BRONG.	<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.
<i>Neuropteris cordata</i> BRONG.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>N. dispar</i> ZEILL.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>N. gallica</i> ZEILL.	<i>Calamites cisti</i> BRONG.
<i>N. horrida</i> ZEILL.	<i>C. suckowi</i> BRONG.
<i>N. matheroni</i> ZEILL.	<i>Cordaites lingulatus</i> GR. EU.
<i>N. planchardi</i> ZEILL.	<i>Dorycordaites</i> sp.
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.	<i>Dicranophyllum gallicum</i> GR. EU.
<i>L. germari</i> GIEB.	<i>D. striatum</i> GR. EU.
<i>Cyclopteris</i> sp. (simples et laciniés)	<i>Pterophyllum fayoli</i> REN. et ZEILL.
<i>Sphenopteris fossorum</i> ZEILL.	Graines
<i>Sph. kidstoni</i> ZEILL.	Troncs variés.
<i>Sph. matheti</i> ZEILL.	

Cette liste, qui comprend plus de quarante espèces, est remarquable par la richesse des formes.

2. FLORE DU MUR DE LA GRANDE COUCHE. — On y a déterminé :

<i>Pecopteris cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Sphenopteris casteli</i> ZEILL.
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG.	<i>Sph. decorpsi</i> ZEILL.
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	<i>Sph. lenis</i> ZEILL.
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG.	<i>Sph. matheti</i> ZEILL.
<i>Odontopteris minor</i> BRONG.	<i>Zygopteris pinnata</i> GR. EU.
<i>Neuropteris cordata</i> BRONG.	<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.
<i>N. crenulata</i> BRONG.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>Mixoneura neuropteroides</i> GOEPP.	<i>Calamites suckowi</i> BRONG.
<i>Pseudomariopteris ribeyroni</i> ZEILL.	

Cette liste est beaucoup moins riche que la précédente. Les *Pecopteris* et les *Neuropteris* y sont moins variés. Il faut cependant noter la fréquence d'*O. minor* ; il s'agit vraisemblablement des deux formes *O. minor-zeilleri* et *O. minor-brongniarti* (POTONIE). On remarque, de plus, l'absence des *Sphenophyllum*, représentés par cinq espèces différentes au toit de la même couche.

3. FLORE DU « BANC DES ROSEAUX ». — Le banc des Roseaux est une formation de grès et de schistes intercalée dans la grande couche. Les troncs, *Calamodendron*, *Aulacopteris*, *Cordaïtes*, *Caulopteris*..., sont particulièrement nombreux dans ces dépôts, mais les niveaux schisteux renferment aussi de nombreuses empreintes végétales presque toutes admirablement conservées. On y a reconnu :

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
P. daubreei ZEILL.
P. densifolia GOEPP.
P. elaverica ZEILL.
P. hemitelioides BRONG.
P. integra ANDR.
P. monyi ZEILL.
P. plumosa-dentata BRONG.
Alethopteris grandini BRONG.
Callipteridium pteridium SCHLOTH.
Odontopteris genuina GR. EU.
Neuropteris cordata BRONG.
N. crenulata BRONG.
Pseudomariopteris busqueti ZEILL.
P. paleaui ZEILL.

Ovopteris pecopteroides LANDESKR.
Sphenopteris decorpsi ZEILL.
Sph. jayoli ZEILL.
Sph. fossorum ZEILL.
Sph. lenis ZEILL.
Sph. matheti ZEILL.
Rhacopteris courtini ZEILL.
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Annularia stellata SCHLOTH.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Cordaïtes lingulatus GR. EU.
C. foliolatus GR. EU.
Plagiozamites acicularis REN.
Pt. carbonarius REN.
Pl. planchardi (REN.) ZEILL.

Dans cet ensemble, qui présente de nombreux caractères communs avec la flore du toit de la grande couche, il faut cependant souligner la présence et l'abondance des formes se rattachant au genre *Plagiozamites* [Doubinger, 1953 a].

4. FLORE DES BANCs INTERCALÉS DANS LA DEUXIÈME COUCHE. — La 2^e couche représente une des nombreuses ramifications de la grande couche. C'est la 2^e branche en partant du toit. Dans les intercalations stériles qui sillonnent cette formation, on a récolté :

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
P. daubreei ZEILL.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. plumosa-dentata BRONG.
P. polymorpha BRONG.
Alethopteris grandini BRONG.
Odontopteris minor BRONG.
Neuropteris cordata BRONG.
N. planchardi ZEILL.

Cyclopteris (entiers et laciniés)
Pseudomariopteris busqueti ZEILL.
Ps. ribeyroni ZEILL.
Sphenopteris matheti ZEILL.
Zygopteris pinnata GR. EU.
Sphenophyllum angustifolium GERM.
Sph. oblongifolium GERM. et KAULF.
Annularia stellata SCHLOTH.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.

5. CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA FLORE DU BASSIN DE COMMENTRY. — La flore du toit est sans conteste la plus riche en individus. Un certain nombre de caractères communs se dégagent toutefois des diverses associations. On note en particulier : la persistance d'un grand nombre d'espèces stéphaniennes banales (*P. cyathea*, *A. grandini*, *A. stellata*...) ; la présence de plusieurs type inconnus ou du moins rares dans les assises plus anciennes (*P. elaverica*, *P. monyi*, *Sph. thoni*, *Sph. longifolium*, *Sph. angustifolium*...) ; la diversité des *Pecopteris*, des *Neuropteris* et des *Sphenopteris*.

Ces caractères sont, dans leur ensemble, identiques à ceux qui définissent le Stéphanien supérieur dans le bassin de Decazeville ; les affinités de la flore de Commentry avec celle des niveaux supérieurs de Decazeville sont très accusées et ont déjà été soulignées [Doubinger et Vetter, 1951 b]. Par contre, on est frappé par l'absence de *T. multinervis* (forme fréquente à Decazeville mais inconnue à Brive) et de Conifères (assez abondantes à Brive mais inconnues dans les niveaux supérieurs de Decazeville) ; on note aussi une certaine rareté des *Odontopteris* à grandes pinnules obtuses, qui sont particulièrement développés dans les niveaux supérieurs des Découvertes de Decazeville. De plus, une série d'espèces nouvelles imprime à la végétation de ces formations un caractère original : *Neuropteris dispar*, *N. horrida*, *Sphenopteris fayoli*, *Taeniopteris carnoti*, *Pterophyllum fayoli*, ainsi que les curieux *Plagiozamites* qui ont fait l'objet d'une étude détaillée [Doubinger, 1953 a].

Malgré ses traits originaux, la flore du faisceau de Commentry correspond, par ses caractères essentiels, à celle des niveaux supérieurs du bassin de Decazeville. La formation est donc d'âge *stéphanien supérieur*, comme l'avaient affirmé Grand'Eury et Zeiller.

Le tableau I, p. 40 et 41, indique les rapports de la flore de Commentry avec celle des niveaux correspondants de Brive et de Decazeville.

4. Bassin de la Loire.

On sait, depuis les remarquables travaux de Grand'Eury [1877], que les dépôts stéphanien atteignent leur maximum de stratification normale dans le bassin de la Loire (bassin de Saint-Étienne). L'étude de la distribution verticale des espèces végétales a permis à cet auteur de caractériser différents faisceaux de couches. La partie supérieure de la formation productive ou série d'Avaize, constitue l'*étage des Calamodendrées* ; il est surmonté par un étage supra-houiller, à caractères floristiques mal précisés, que Grand'Eury a désigné pour cette raison d'*étage « ambigu permo-carbonifère »*.

Tenant compte des progrès réalisés dans la connaissance des Végétaux houillers, P. Bertrand [1918 a] entreprit une révision générale du travail effectué par Grand'Eury.

L'échelle stratigraphique des terrains stéphanien était conservée dans ses grandes lignes avec quelques modifications de détail. Le Stéphanien supérieur (série d'Avaize) était nettement distingué de la série de Saint-Étienne, correspondant au Stéphanien moyen. Sur le terrain, la séparation des deux étages serait marquée par la grande formation bitumineuse et poissonneuse de Montrambert, en particulier dans toute la région sud-ouest du bassin.

Au point de vue floristique, P. Bertrand [1918 a] définit l'assise d'Avaize par les caractères suivants : apparition en masse d'*Odontopteris minor* BRONG. ; apparition de *Sphenophyllum thoni* MAHR ; prédominance de *Poacordaites linearis* Gr. EU. sur toutes les autres espèces de *Cordaites*.

Les assises permo-houillères qui surmontent la série d'Avaize, ne sont pas mentionnées dans ce travail.

Dans une note ultérieure, P. Bertrand [1935 c] précisa les caractères floristiques de cette série. Les éléments les plus caractéristiques seraient : des *Sphenopteris* (*Sph. matheti*, *Sph. fayoli-biturica*, *Rhacopteris courtini*) ; des *Pecopteris* (*P. densifolia*, *P. launayi-monyi*, *P. elaverica*) ; de nombreux *Neuropteris* (*N. praedentata*), *N. pseudo-blissi*, *N. gallica*, *N. planchardi*, *N. dispar*, *N. stipulata*) ; des *Odontopteris* (*O. genuina*, *O. dufrenoyi*, *O. schlotheimi*) ; *Alethopteris grand'euryi*, *Pecopteridium costei*, *Taeniopteris carnoti*, *T. multinervis* ; enfin *Sphenophyllum thoni* à grandes feuilles et *S. longifolium*.

Ces observations étaient en fait basées sur les travaux de Zeiller, et la révision de la flore du Stéphanien supérieur proprement dit restait à faire.

Dans un article récent sur la stratigraphie du Stéphanien, J. de Maistre [1949] trace un exposé détaillé de la stratigraphie du bassin de la Loire. Ce travail résume les études effectuées dans cette région par P. Bertrand, P. Pruvost et P. Corsin, complétées par les observations de l'auteur.

L'ensemble du Stéphanien supérieur et du Permo-Houiller, d'une puissance totale de 1 500 m environ, est divisé en deux assises.

1. *L'assise inférieure de Beauprun.* Dans cette zone, *Odontopteris minor* se substitue graduellement à *O. reichi*. De nombreux *Odontopteris* à pinnules obtuses donnent à la flore un caractère assez particulier.

2. *L'assise supérieure* (pauvre en houille) comprend : a) *le faisceau inférieur des Littes*, c'est la zone d'apogée de *O. minor*, *O. reichi* a presque complètement disparu ; b) *la formation poissonneuse et bitumineuse de Montrambert* : à ce niveau, la flore semble changer ; c) *le faisceau supérieur des Combes*, caractérisé par l'apparition d'espèces à affinités permienues *T. multinervis* et *N. planchardi* qui apparaît dès l'assise de Beauprun.

Cette série est surmontée par une assise de 600 m environ. Sa flore est pauvre et mal connue ; on n'y trouve pas *C. conferta*. En certains points, ce terrain à faciès houiller est surmonté d'îlots de terrains rouges se rattachant peut-être au Permien. Il n'y a pas de limites nettes entre les deux formations : le passage se fait graduellement par l'intercalation de nombreux lits de gore rouge ou verdâtre avec de minces passées de schistes charbonneux ou de charbon.

Pour J. de Maistre, la formation poissonneuse de Montrambert représenterait la limite entre le Stéphanien supérieur à *O. minor* et l'étage ambigu autuno-stéphanien, qui débiterait par le faisceau supérieur des Combes.

La flore de ces niveaux a été étudiée par M. P. Corsin [1950], qui en résume les caractères dans le tableau suivant :

Flore à <i>O. forme minor</i> et à <i>Poacordaites linearis</i> GR. EU.	
Zone de Bellevue	Disparition presque totale d' <i>O. forme minor</i> .
Faisceau des Combes	Présence de <i>P. monyi</i> ZEILL. et de <i>P. elaverica</i> ZEILL.
Zone de Montrambert	Faisceau des Littes { Maximum d'abondance d' <i>O. forme minor</i> . Disparition d' <i>O. brardi</i> BRONG.
	Couche Mourinée
	Faisceau de Beauprun { Apogée d' <i>O. forme minor-zeilleri</i> POT. Présence de <i>M. neuropteroides</i> GOEPP. Persistance d' <i>O. brardi</i> BRONG.
	Apparition de <i>Sph. thoni</i> MAHR et de <i>P. wongi</i> HALLE, de <i>N. planchardi</i> ZEILL. et de <i>T. multinervis</i> WEISS.
	Couche des Rochettes.

A l'occasion d'un séjour à Saint-Étienne, j'ai pu effectuer des récoltes d'échantillons sur le terrain et examiner avec M. de Maistre de nombreux exemplaires conservés dans son laboratoire des Houillères. M. de Maistre m'a communiqué les listes des déterminations de M. P. Corsin qui ont servi de base aux observations consignées dans la note citée précédemment. Il m'a semblé utile de les reproduire ici afin de faciliter les comparaisons avec les autres bassins.

1. FLORE DU NIVEAU DES ROCHETTES. — Limite Stéphanien moyen et supérieur (liste P. Corsin).

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
P. dentata BRONG.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. hemitelioides BRONG.
P. monyi ZEILL.
P. cf. oreopteridia BRONG.
P. sp. cf. polymorpha BRONG.
P. polymorpha BRONG.
P. cf. platonii GR. EU.
Pecopteris sp.
P. unita BRONG.
Odontopteris brardi BRONG.
O. genuina GR. EU.
O. cf. genuina GR. EU.

Odontopteris minor BRONG.
O. obtusa BRONG.
O. reichi-minor
O. reichi GUTB.
O. reichi avec quelques *minor*
O. schlotheimi BRONG.
O. subcrenulata ROST
Neuropteris cordata BRONG.
N. cf. cordata BRONG.
N. pseudo-blissi POT.
N. cf. planchardi ZEILL.
Linopteris germari GIEB.
Alethopteris grandini BRONG.
Alethopteris sp.

Taeniopteris cf. *multinervis* ? WEISS
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Sphenophyllum sp.
Annularia stellata SCHLOTH.
A. sphenophylloides ZENK.
Cordaïtes sp.
Calamites sp.
C. cisti BRONG.

Artisia transversa ART.
Mixoneura neuropteroides GOEPP.
Pseudomariopteris busqueti ZEILL.
Sigillaria cannelée
S. brardi, forme *urceolata* BRONG.
Ovopteris pecopteroides LANDESKR.
Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.
graines.

2. FLORE DE LA ZONE A ODONTOPTERIS MINOR moitié inférieure (liste P. Corsin).

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. cf. platoni GR. EU.
P. unita BRONG.
Odontopteris brardi BRONG.
O. minor-zeilleri POT.
O. minor-zeilleri forme *reichi*
O. minor BRONG.
O. reichi-minor

Linopteris germari GIEB.
Alethopteris grandini BRONG.
Annularia sphenophylloides ZENK.
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAUF.
Cordaïtes sp.
Callipteridium gigas GUTB.
Discopteris cristata BRONG.
Aulacopteris sp.

3. FLORE DE LA ZONE A ODONTOPTERIS MINOR (liste P. Corsin).

Pecopteris bioti BRONG.
P. cyatheoides
P. cyathea SCHLOTH.
P. cf. densifolia GOEPP.
P. densifolia GOEPP.
P. elaverica ZEILL.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. hemitelioides BRONG.
P. cf. oreopteridia BRONG.
P. polymorpha BRONG.
P. cf. platoni GR. EU.
P. unita BRONG.
P. wongi HALL.
Odontopteris minor-zeilleri POT.
O. minor BRONG.
O. genuina GR. EU.
O. minor avec forme *reichi*
O. reichi GUTB.
O. cf. osmundaeformis SCHLOTH.
O. cf. subcrenulata ROST
Neuropteris pseudo-blissi POT.
Linopteris germari GIEB.
Cylopteris d'*Odontopteris*

Alethopteris grandini BRONG.
Callipteridium rotundifolium BERTR.
C. gigas GUTB.
C. pteridium SCHLOTH.
Pecopteridium costei ZEILL.
Sphenopteris decorpsi ZEILL.
Sph. cristata BRONG.
Sph. matheti ZEILL.
Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.
Annularia sphenophylloides ZENK.
A. stellata SCHLOTH.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Sphenophyllum longifolium GERM.
Sph. oblongifolium GERM. et KAULF.
Dicranophyllum gallicum GR. EU.
Pseudomariopteris ribeyroni ZEILL.
P. busqueti ZEILL.
Mixoneura neuropteroides GOEPP.
Cordaïtes sp.
Calamites cisti BRONG.
Poacordaïtes sp.
graines, épis
Syringodendron sp.

La flore de l'assise d'Avaise peut donc se définir par les caractères suivants, qui se déduisent de l'examen des listes établies par P. Corsin : fréquence des *Odontopteris*, les uns à petites pinules aiguës (type *O. minor*), les autres à feuillage plus opulent (type *O. subcrenulata*) ; présence de *Sphenophyllum longifolium* GERM., qui apparaît au sommet du Stéphanien moyen ; de *Sphenopteris matheti* et de *Linopteris germari* ; abondance de *Ovopteris pecopteroides* ; persistance de nombreux *Neuropteris* et *Pecopteris* ainsi que de *Sph. oblongifolium*.

Dans une étude antérieure [Doubinger et Vetter, 1951 b], j'ai déjà souligné les ressemblances

de cette flore avec celles de Decazeville, de Commentry et de Brive, qui ont été décrites dans les chapitres précédents. Dans le bassin de la Loire, le Stéphanien supérieur est donc représenté par l'ensemble des faisceaux des Littes et de Beauprun. Le tableau I, p. 40 et 41, indique les corrélations avec les autres bassins du Massif Central français.

5. Bassin de Blanzky-Le Creusot.

Le bassin de Blanzky-Le Creusot forme une dépression étroite, très allongée en forme de fuseau, limitée au NW par le Morvan, au SE par les massifs du Charolais et du Donjon qui représentent l'extrémité des montagnes du Forez. Il s'étend sur une longueur de 100 km environ. Au centre (entre Ciry-le-Noble et Montceau-les-Mines), sa largeur est de 14 km ; aux extrémités elle se réduit à 4 km environ. De Montchanin au Breuil s'étend un plateau surbaissé qui forme la ligne de séparation entre le bassin hydrographique de l'océan et celui de la Méditerranée.

Les couches de houille et les bancs stériles (grès, schistes et poudingues) sont fort irréguliers ; leur composition et leur puissance subissent de continuelles variations.

Le Houiller n'affleure que sur les bordures, le centre du bassin étant recouvert par une puissante formation permienne. Sa structure, loin d'être élucidée à l'heure actuelle, a fait l'objet de plusieurs hypothèses.

Pour Delafond [1902], le Permien se serait déposé dans une cuvette d'érosion constituée postérieurement aux dépôts houillers. Une première période d'érosion aurait suivi le dépôt du Stéphanien ; la seconde, plus importante et peut-être accompagnée d'effondrements, aurait été post-autunienne.

Pour M. Louis [1946, 1954 a et b], le Houiller productif existerait sous le Permien. Il n'y aurait aucune discordance brutale entre le Stéphanien et le Permien, ni entre les différents niveaux permien, mais des failles engendrées par les mouvements qui ont affecté le bassin. La dépression centrale, en particulier, correspondrait à un panneau effondré entre deux failles longitudinales. Dans cette dernière hypothèse, la structure du bassin de Blanzky ressemblerait beaucoup à celle du bassin de la Loire.

M. P. Pruvost voit dans la structure du bassin de Blanzky une illustration de sa théorie sur la forme annulaire des couches de houille. Comme dans le gisement d'Autun et d'Épinac, les couches de houille passeraient vers le centre à des dépôts stériles. La coupe stratigraphique du gisement serait à peu près la suivante (d'après P. Pruvost) :

1. A la base, un *conglomérat* discordant sur les terrains cristallins.
2. L'*assise de Blanzky* comprenant 7 couches de houille pour une épaisseur de 500 m de sédiments (en particulier la grande couche de Perrecy et la couche 2 de Blanzky). Cette assise est attribuée au Stéphanien moyen [Corsin, 1949].
3. 150 m de *stérile* avec un horizon de schistes à coprolithes et à Poissons, situé environ à 25 m au toit de la couche 1 de Montceau.
4. L'*assise des Carrières*, d'une épaisseur de 250 m environ, avec les couches 1 à 3 de la carrière Saint-Amédée et les couches 3 à 6 de Perrecy.
5. L'*assise de Perrecy*, terrains à faciès houiller comprenant les couches 1 et 2 de Perrecy.
6. L'*assise du Bois de Verne*, d'une puissance de 350 m environ, à faciès noir et bitumineux, avec débris de Poissons et *Callipteris*.
7. Le *Permien rouge*, d'épaisseur inconnue, attribué au Saxonien. Les assises 4, 5, 6 et 7 intéressent plus particulièrement cette étude.

Grand'Eury, dans ses notes de voyage [1877], souligne le caractère relativement récent de la flore des couches exploitées à Saint-Bérain et des couches de couronnement de Montceau. Les deux formations lui paraissent être synchroniques et se rattacheraient à l'étagé des Calamodendrées.

A la suite de son étude de la flore du bassin de Blanzky et du Creusot, Zeiller [1906] fait ressortir la ressemblance indéniable présentée par la végétation de la zone supérieure de Blanzky avec celle de la grande couche de Commentry : « La concordance est trop complète pour qu'on puisse douter de l'identité de niveau. Même en dehors de toute comparaison avec la flore de Commentry, les caractères floristiques conduisent à classer cette zone dans l'étagé des Calamodendrées ».

Dans une révision récente, P. Corsin [1949] attribuait ces couches à l'étage de Saint-Étienne et non à celui des Calamodendrées, en raison de l'abondance des espèces banales du Stéphanien moyen et de *O. minor-zeilleri* et *O. reichi*. Il précisait toutefois qu'il s'agit d'une formation terminale de cette assise.

Lors d'un séjour à Montceau-les-Mines, j'ai pu examiner les collections du musée (déterminations de P. Corsin) et effectuer moi-même quelques récoltes d'échantillons dans les carrières Saint-François et Saint-Amédée. De plus, j'ai pu consulter de nombreux rapports établis par les géologues du B. R. G. G. M. à la suite de leurs visites dans le bassin [Feys et Greber, 1950].

1. FLORE DE LA CARRIÈRE SAINT-AMÉDÉE (faisceau des couches supérieures).

TOIT DE LA COUCHE SUPÉRIEURE 1 (récoltes personnelles) :

<i>Pecopteris polymorpha</i> BRONG.	<i>Annularia stellata</i> SCHLOTH.
<i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOTH.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>Odontopteris minor-zeilleri</i> POT.	<i>Sphenophyllum longifolium</i> GERM.
<i>O. minor</i> BRONG.	<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>Cyclopteris</i> (de grande taille)	<i>Cordaites</i> sp.
<i>Dicksonites pluckeneti</i> SCHLOTH.	

TOIT DE LA COUCHE 0 (déterminations P. Corsin) :

<i>Pecopteris daubreei</i> ZEILL.	<i>Dicksonites sterczeli-pluckeneti</i> SCHLOTH.
<i>P. hemitelioides</i> BRONG.	<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF., très abondant
<i>P. monyi</i> ZEILL.	<i>Annularia stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORS.	<i>Cordaites lingulatus</i> GR. EU.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	cf. <i>Dicranophyllum</i> sp.
<i>O. reichi</i> (<i>O. minor-zeilleri</i> POT. ?) très abondant	

MUR DE LA COUCHE 0 :

<i>Odontopteris</i> cf. <i>genuina</i> GR. EU.	<i>Odontopteris reichi</i> GUTB. (<i>O. minor-zeilleri</i> POT.)
--	---

TOIT DE LA COUCHE 1 :

<i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOTH.	<i>Neuropteris planchardi</i> ZEILL.
<i>Pecopteridium costei</i> ZEILL.	<i>Linopteris germari</i> GIEB.
<i>Odontopteris genuina</i> GR. EU.	<i>Taeniopteris multinervis</i> WEISS
<i>O. reichi</i> GUTB. (<i>O. minor-zeilleri</i> POT.) très abondant	<i>Sphenopteris</i> cf. <i>biturica</i> ZEILL.
<i>O. subcrenulata</i> ROST	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>Neuropteris</i> cf. <i>cordata</i> BRONG.	<i>Dicranophyllum</i> sp.
<i>N. gallica</i> ZEILL.	

MUR DE LA COUCHE 1 :

<i>Neuropteris cordata</i> BRONG.	<i>Ovopteris pecopteroides</i> LANDESKR.
-----------------------------------	--

2. FLORE DE LA CARRIÈRE SAINTE-HÉLÈNE (faisceau des couches supérieures) (déterminations P. Corsin).

<i>Pecopteris boutonneti</i> ZEILL.	<i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOT.
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Pecopteridium costei</i> ZEILL.
<i>P. densifolia</i> GOEPP.	<i>Odontopteris genuina</i> GR. EU.
<i>P. dentata</i> BRONG.	<i>Odontopteris reichi</i> GUTB. (?)
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.	<i>Neuropteris crenulata</i> BRONG.
<i>P. hemitelioides</i> BRONG.	<i>Dicksonites pluckeneti</i> SCHLOTH.
<i>P. lepidorachis</i> BRONG.	<i>Pseudomariopteris busqueti</i> ZEILL.
<i>P. monyi</i> ZEILL.	<i>Ps. ribeyroni</i> ZEILL.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Sphenopteris biturica</i> ZEILL.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>Sph. casteli</i> ZEILL.

Sphenopteris matheti ZEILL.
Ovopteris pecopteroides LANDESKR.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.

Sphenophyllum longifolium GERM.
Sph. oblongifolium GERM. et KAULF.

On peut encore assimiler au Stéphanien supérieur les flores suivantes :

3. FLORE DU SONDAGE DE SANVIGNES. ZONE 3 (déterminations P. Corsin).

Pecopteris bioti BRONG.
P. cyathea SCHLOTH.
P. daubreei ZEILL.
P. polymorpha BRONG.
P. unita BRONG.
P. waltoni CORS.
Alethopteris grandini BRONG.
Callipteridium gigas GUTB.

Callipteridium pteridium SCHLOTH.
Odontopteris reichi GUTB. (?)
Annularia sphenophylloides ZENK.
A. stellata SCHLOTH.
Sphenophyllum longifolium GERM.
Sph. oblongifolium GERM. et KAULF.
Cordaïtes sp.

Pour P. Corsin, il s'agirait de la partie supérieure du Stéphanien moyen.

4. FLORE DU SONDAGE DE RUSAULET (rapport B. R. G. G. M.).

Pecopteris bioti BRONG.
P. cyathea SCHLOTH.
P. daubreei ZEILL.
P. elaverica ZEILL.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. hemitelioides BRONG.
P. lepidorachis BRONG.
P. oreopteridia BRONG.
P. polymorpha BRONG.
P. pseudo-bucklandi ANDR.
P. unita BRONG.
Alethopteris grandini BRONG.
A. minuta ZEILL.
Pecopteridium costei ZEILL.

Callipteridium gigas GUTB.
C. pteridium SCHLOTH.
Odontopteris reichi GUTB. (*O. minor-zeilleri* POT.)
Odonopteris subcrenulata ROST
Linopteris germari GIEB.
Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.
Pseudomariopteris busqueti ZEILL.
Annularia sphenophylloides ZENK.
A. stellata SCHLOTH.
Sphenophyllum emarginatum BRONG. (*Sph. costae* STERZ. ?)
Sph. oblongifolium GERM. et KAULF.
Sph. thoni MAHR
Sigillaria brardi BRONG.

5. FLORE DE LA RÉGION SITUÉE AU N DE LA « FAILLE PERMIENNE » (rapport Schnaebelé).

Pecopteris hemitelioides BRONG.
P. polymorpha BRONG.
Alethopteris costei (*Pecopteridium*) ZEILL.
Callipteridium pteridium SCHLOTH.
Sphenopteris sterzeli ZEILL.
Odontopteris minor-zeilleri POT. (abondant)
Neuropteris planchardi ZEILL.

Linopteris germari GUTB.
Taeniopteris multinervis WEISS
Annularia sphenophylloides ZENK.
A. stellata SCHLOTH.
Cordaïtes sp.
Walchia sp. (douteux).

On peut enfin ajouter à ces listes les formes suivantes, déterminées par Zeiller et Florin :

Plagiozamites planchardi REN. et ZEILL., *Pterophyllum grand'euryi* ZEILL., *Selaginellites suissei* ZEILL., *Lebachia frondosa* var. *zeilleri* FLOR., *L. parvifolia* FLOR.

Seules ont été citées les associations présentant quelques affinités avec la flore du Stéphanien supérieur telle qu'elle a été définie dans les chapitres précédents. L'ensemble de la végétation comprend une cinquantaine d'espèces et diffère très peu de la flore établie par Zeiller.

On remarque plus particulièrement la persistance d'un grand nombre de formes communes

au Stéphanien moyen ; la grande diversité des *Pecopteris*, des *Neuropteris*, des *Odontopteris* et des *Sphenopteris*, ainsi que la présence de *P. monyi*, *P. elaverica*, *Sph. longifolium*, *T. multinervis*, *Sph. thoni*, inconnues ou très rares au Stéphanien moyen.

Ces caractères sont ceux qui définissent le Stéphanien supérieur à Decizeville, à Brive, à Commeny et à Saint-Étienne.

On note, de plus, la présence de Conifères et l'apparition de formes nouvelles ou rares de position systématique encore énigmatique : *Pterophyllum grand'euryi*, *Plagiozamites planchardi*, *Selaginellites suissei*. La valeur stratigraphique de ces Végétaux est encore mal connue. On sait toutefois que les *Plagiozamites* se cantonnent au Stéphanien supérieur et à l'Autunien inférieur, que les *Pterophyllum* sont très fréquents dans la flore permo-carbonifère de Chine (flore à *Gigantopteris*).

Le tableau I, p. 40 et 41 indique les rapports de la flore du faisceau des couches supérieures de Blanzay avec celle du Stéphanien supérieur de Decizeville, de Brive et de Commeny. Il s'agirait donc de formations synchroniques. Il faut ainsi revenir à l'opinion de Grand'Eury et de Zeiller en attribuant les couches de couronnement de Montceau-Blanzay au Stéphanien supérieur.

6. Bassin de Decize.

Le bassin de Decize se situe sensiblement dans le prolongement nord-est du grand chenal houiller, dont il est séparé par les vallées de la Loire et de l'Allier. Reposant sur un socle granitique, le Houiller affleure sur une superficie de 12 km² aux environs de la Machine. Ses limites sont assez mal connues. Au N et au S, il est recouvert par le Permien (Saxonien) discordant, tandis qu'à l'W et à l'E, des failles le mettent en contact avec des dépôts plus récents. A la Machine, on connaît quatre faisceaux de couches assez irrégulières, qui sont de la base au sommet : le faisceau du mur, le faisceau des Crots, le faisceau des Blards et le faisceau des Meules.

En certains points du bassin, une formation de Culm, de puissance variable, s'intercale entre le socle cristallin et le Houiller productif.

Grand'Eury [1877] assimila les couches moyennes de Decize à la série supérieure de Saint-Étienne, le faisceau supérieur (Meules) étant l'équivalent de l'étage des Calamodendrées.

Pour Zeiller [1906], le faisceau moyen de Decize devait correspondre à la grande couche de Commeny, donc au sommet du Stéphanien.

L'étude d'une collection de plantes fossiles conservée au siège des mines de la Machine a conduit MM. Corsin et Monomakhoff [1948] à rattacher l'ensemble du gisement au Stéphanien moyen. La présence de nombreuses empreintes caractéristiques du Stéphanien supérieur indiquerait toutefois un niveau assez élevé de l'étage de Saint-Étienne.

L'interprétation d'une série de sondages effectués au SE du gisement de Decize a apporté quelques éléments nouveaux à la connaissance de la stratigraphie de ce bassin. La coupe suivante a été proposée par MM. Pruvost et Monomakhoff (rapport inédit, Charbonnages de France).

Sur un socle de granite ou de Culm reposent les assises suivantes :

1. *Assise des poudingues de Verneuil* (avec faisceau productif à Marcy IV). La flore de cet ensemble est encore inconnue.

2. *Assise de la Machine*. La flore est celle du faisceau exploité à la Machine (sommet du Stéphanien moyen d'après P. Corsin).

3. *Assise de Marcy*. La flore à *Pecopteridium costei* ZEILL. et à *Neuropteris pseudo-blissi* Pot. serait celle de la partie supérieure de Saint-Étienne ou de la base de la série d'Avaize.

4. Une *assise de schistes bitumineux* à écailles et débris de Poissons avec *Walchia* et *Callipteris conferta* correspondrait à l'Autunien.

5. Une *formation rouge* appartenant vraisemblablement au Saxonien est discordante sur l'ensemble autuno-stéphanien et recouverte par les dépôts du Trias, du Lias et du Tertiaire.

Au cours d'un séjour à la Machine, j'ai pu examiner les collections de plantes fossiles ainsi que les carottes des sondages qui ont permis d'établir la stratigraphie du gisement. La liste générale de mes déterminations correspond dans l'ensemble à celle qui est citée par P. Corsin [Corsin et Monomakhoff, 1948]. Je n'y ai apporté que de rares modifications. Mais il m'a semblé intéressant de regrouper les espèces, par gisements, dans la mesure où les indications de provenance le permettaient.

1. FAISCEAU DU MUR.

Pecopteris cyathea SCHLOTH. (très commun)
P. hemitelioides BRONG. (comm.)
Alethopteris grandini BRONG. (tr. comm.)

Odontopteris reichi GUTB. (comm.)
Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.

2. FAISCEAU DES CROTS.

Pecopteris feminaeformis SCHLOTH.
P. unita BRONG.

Pecopteridium costei ZEILL.
Neuropteris cordata BRONG.

3. FAISCEAU DES BLARDS.

Pecopteris oreopteridia BRONG.
P. plumosa-dentata BRONG.

Linopteris germari GIEB. (tr. comm.)
Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.

4. FAISCEAU DES MEULES.

Pecopteris candollei BRONG. (tr. comm.)
P. hemitelioides BRONG.
P. launayi-monyi ZEILL.
Linopteris germari GIEB. (tr. comm.)

Dicksonites beyrichi WEISS
Ovopteris pecopteroides LANDESKR.
Annularia stellata SCHLOTH.

5. LA MACHINE (sans autre indication de provenance).

Pecopteris densifolia GOEPP.
P. elaverica ZEILL.
P. platoni GR. EU.
P. polymorpha BRONG.
P. cf. truncata ROST
Alethopteris grandini BRONG. (non *Callipteris conferta*)
Callipteridium gigas GUTB. (comm.)
C. pteridium SCHLOTH.
Odontopteris genuina GR. EU.
O. minor-zeilleri POT.
Neuropteris cordata BRONG.
N. pseudo-blissi POT.
Linopteris brongniarti GUTB.
Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.

Pseudomariopteris busqueti ZEILL.
Zygopteris pinnata GR. EU.
Sphenopteris matheti ZEILL.
Sph. casteli ZEILL.
Taeniopteris jejuna GR. EU.
T. multinervis WEISS
Sphenophyllum longifolium GERM. (comm.)
Sph. oblongifolium GERM. et KAULF. (tr. comm.)
Annularia stellata SCHLOTH.
A. sphenophylloides ZENK.
Calamites cruciatus STERNB.
C. suckowi BRONG.
Sigillaria brardi BRONG.
Cordaitea lingulatus GR. EU.

L'ensemble des caractères de cette flore confirme les conclusions de P. Corsin et C. Monomakhoff [1949] : il s'agit bien d'une flore correspondant à celle de la partie supérieure du Stéphanien moyen.

La présence de *D. beyrichi*, *N. pseudo-blissi*, *Sph. casteli*, *Sph. matheti*, *P. elaverica*, *P. launayi-monyi*, *Sphenophyllum longifolium* indiquerait la présence d'un niveau plus élevé, comparable, en partie au moins, à l'assise d'Avaize. Bien que la liste provenant du faisceau des Meules soit assez réduite, on y relève toutefois : *D. beyrichi*, *P. monyi*, *Ov. pecopteroides*, *P. candollei* (comm.).

Il est donc probable que le faisceau des Meules est d'âge stéphanien supérieur, ce qui confirmerait les vues de Grand'Eury.

Si la partie supérieure de l'assise de la Machine est d'âge stéphanien, on peut supposer que l'assise de Marcy correspond à la partie supérieure du faisceau d'Avaize : elle serait donc autuno-stéphanienne. Mais les documents paléobotaniques sont encore trop incomplets pour permettre d'avancer autre chose que des hypothèses. Il faut attendre les découvertes que révéleront les sondages en cours dans le bassin de Decize, pour se prononcer d'une manière plus affirmative sur l'extension du Stéphanien supérieur.

Le tableau I, p. 40 et 41, souligne les rapports indéniables qui rapprochent cette flore de celles de la partie supérieure du gisement de Decizeville du Houiller de Brive, du faisceau de la grande couche de Commentry et de la partie supérieure du faisceau des Carrières de Montceau-Blanzay.

*
* *

Le gisement de Saint-Pierre-La-Cour (Mayenne) placé par Grand'Eury [1877] au sommet de l'étage de Saint-Étienne semble appartenir plutôt au Stéphanien supérieur. Une révision détaillée de sa flore est effectuée actuellement par M. P. Vetter. L'étude n'étant pas encore achevée, je n'ai pu reproduire ici la liste des fossiles provenant de ce bassin.

*
* *

Dans le bassin de Messeix (Puy-de-Dôme), la présence d'une flore du Stéphanien supérieur a été mise en évidence dans une note antérieure [Bergounioux, Doubinger et Sandré, 1946]. Cette détermination a été confirmée par les études récentes de J. Letourneur [1953] sur le sillon houiller.

Conclusions.

La flore du Stéphanien supérieur (Stéphanien C-étage des Calamodendrées) se présente donc comme l'épanouissement de la végétation qui s'est installée durant le Stéphanien inférieur et moyen. Les grandes familles de plantes (Pécopitéridées, Sphénopitéridées, Neuroptéridées, Sphénophyllées) y présentent leur maximum de diversification. On assiste de plus à la différenciation de formes géantes (*Sph. thoni*, *O. bourranensis*, *O. subcrenulata*, *O. dufrenoyi*) annonçant la disparition prochaine de certains groupes.

Comme l'avait pertinemment souligné Zeiller [1906], on ne peut séparer cet étage de celui qui le précède : « ils sont trop étroitement liés l'un à l'autre, à tous les points de vue, pour qu'on puisse songer à faire passer entre eux la ligne de démarcation du Houiller et du Permien ».

CHAPITRE II

ÉTAGE AMBIGU AUTUNO-STÉPHANIEN

1. Bassin de la Loire.

Le Stéphaniens supérieur du bassin de Saint-Étienne ou étage des Calamodendrées, est surmonté par un étage à caractères floristiques mal précisés, appelé pour cette raison par Grand'Eury : « *étage ambigu permo-carbonifère* ». Cette dénomination fut étendue ensuite par le même auteur aux terrains formant « le passage du terrain houiller supérieur au Rothliegende proprement dit ».

P. Bertrand ne semble pas avoir séparé cette formation de l'ensemble du Stéphaniens supérieur.

J. de Maistre [1949, 1951] désigne par le terme « d'étage ambigu autuno-stéphaniens », les 600 m de terrains qui surmontent la série d'Avaize. La flore de cette assise est pauvre et mal connue. Ces dépôts, à faciès houiller, sont recouverts par endroits par des terrains rouges considérés comme autuniens. En fait, il y a passage graduel d'une formation à l'autre : on ne connaît pas de flore dans la formation rouge présumée d'âge autunien et on n'y a jamais constaté la présence de *Callipteris*.

La flore de l'étage ambigu autuno-stéphaniens a été étudiée par P. Corsin et J. de Maistre qui ont bien voulu me communiquer les listes de leurs déterminations. Au cours d'un séjour à Saint-Étienne, M. J. de Maistre a eu l'obligeance de me conduire sur les affleurements où j'ai pu constater la rareté des fossiles et la monotonie de la flore de ces dépôts.

Je reproduis les listes qui paraissent les plus intéressantes (J. de Maistre et P. Corsin).

1. FLORE DE L'ÉTAGE AMBIGU AUTUNO-STÉPHANIEN AU-DESSUS DE LA FORMATION POISSONNEUSE DE MONTRAMBERT.

Pecopteris bioti BRONG.

P. candollei BRONG.

P. cyathea SCHLOTH.

P. cyateoides

P. dentata BRONG.

P. cf. daubreei ZEILL.

P. elaverica ZEILL. (?)

P. feminaeformis SCHLOTH.

P. hemitelioides BRONG.

P. monyi ZEILL.

P. platoni GR. EU.

P. polymorpha BRONG.

P. plumosa-dentata BRONG.

P. unita BRONG.

Odontopteris cf. genuina GR. EU.

O. minor BRONG. (très rare)

O. obtusa BRONG.

O. schlotheimi BRONG.

Neuropteris planchardi ZEILL.

Linopteris germari GIEB.

Alethopteris grandini BRONG.

Sphenopteris cf. malheti ZEILL.

Sphenophyllum longifolium GERM.

Annularia stellata SCHLOTH.

A. sphenophylloides ZENK.

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.

Cordaites sp.

Calamites sp. (à grosses côtes).

2. FLORE DU NIVEAU AMBIGU AUTUNO-STÉPHANIEN PROBABLE.

Pecopteris cyathea SCHLOTH.

P. lepidorachis BRONG.

P. polymorpha BRONG.

Odontopteris brardi BRONG.

O. minor BRONG.

O. schlotheimi BRONG.

Linopteris germari GIEB.
Alethopteris grandini BRONG.
cf. Callipteridium pteridium SCHLOTH.
Annularia stellata SCHLOTH.

Annularia sphenophylloides ZENK.
Pseudomariopteris ribeyroni ZEILL.
Dicranophyllum gallicum GR. EU.
Aphlebia sp.

A ces listes, il faut ajouter *T. multinervis* WEISS dont plusieurs exemplaires auraient été récoltés à la base de la formation (d'après J. de Maistre).

Les formes que j'ai récoltées moi-même m'ont permis de dresser les listes suivantes :

1. CHAUVETIÈRE 1.

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
P. cyathea SCHLOTH. var. *major* nov. var.
P. daubreei ZEILL.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. pinnatifida-waltoni (ZEILL.) CORS.
P. polymorpha BRONG.

Pecopteris unita BRONG.
P. fructifié
Odontopteris brardi BRONG.
Sphenophyllum angustifolium GERM.
Sph. longifolium GERM.
Sigillaria brardi BRONG.

2. MOUILLÉE 2.

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
P. daubreei ZEILL.
P. cf. elaverica ZEILL.
P. oreopteridia BRONG.

Pecopteris polymorpha BRONG.
P. unita BRONG.
Sphenopteris casteli ZEILL.

3. CARRIÈRE DE LA BÉRAUDIÈRE.

Pecopteris cyathea SCHLOTH. var. *major* nov. var.
P. oreopteridia BRONG.

Pecopteris cf. platoni GR. EU.

4. CARRIÈRE SAINT-PIERRE.

Odontopteris schlotheimi BRONG.

La comparaison de cet ensemble avec la flore typique du Stéphanien supérieur souligne de nombreux éléments communs. On y relève en particulier l'abondance et la diversité des *Pecopteris* et la présence de *P. elaverica*, *P. monyi*, *Sph. casteli*, *Sphenophyllum longifolium* et *Sph. angustifolium*, qui présentent leur maximum de fréquence au Stéphanien supérieur. Mais on remarque aussi de notables différences avec la flore du Stéphanien supérieur, en particulier la rareté des Neuroptéridées, des Odontoptéridées et des Sphénoptéridées qui ne sont représentées que par un petit nombre d'espèces, ainsi que la disparition presque totale de *O. minor* et *Sph. thoni*.

On ne peut donc attribuer cette formation au Stéphanien supérieur sans formuler quelques restrictions.

Son rattachement à l'Autunien n'est pas davantage prouvé. On n'y a jamais trouvé *Callipteris conferta*, et les Conifères y sont, sinon totalement absentes, du moins extrêmement rares. Il s'agit donc essentiellement d'une flore stéphanienne appauvrie.

Par les caractères négatifs de sa végétation (disparition des ensembles caractéristiques du Stéphanien C ; absence de formes typiquement autuniennes), cette assise occupe donc bien une position intermédiaire entre le Stéphanien qu'elle prolonge et l'Autunien.

*
 * *

A Commeny, la flore du toit de la Grande couche (Stéphanien supérieur) prend graduellement un caractère « ambigu » : appauvrissement en espèces, apparition de *Taeniopteris* du type *T. multinervis*. Les *Callipteris* y sont toutefois encore inconnus. Ma documentation est malheureusement trop incomplète pour permettre d'en tirer des conclusions certaines.

2. Bassin des Vosges : assise d'Albé.

Dans les Vosges, les dépôts carbonifères typiques sont localisés à Lalaye où ils reposent directement sur le substratum hercynien antéhouiller. Ce lambeau, d'âge stéphanien (probablement inférieur ?), est surmonté par un ensemble permo-houiller discordant, transgressif vers le S, et d'orientation générale SW-NE. Les lambeaux conservés sont alignés le long d'une zone mylonitique que l'on peut rapprocher des « chenaux » du Massif Central. A l'W, ce Permo-Houiller repose directement sur les schistes métamorphiques de Villé, tandis qu'à l'E et au NE, il recouvre le granite.

Il ne sera ici question que de l'assise inférieure de ce complexe. L'*assise d'Albé* comprend environ 100 m de sédiments surtout argilo-schisteux avec une couche de houille cendreuse (30 %) de 35 à 60 cm ; à la partie inférieure il y a des intercalations d'arkoses parfois conglomératiques ; à 12 m au-dessus de la couche se place un niveau de calcaire noir et de dolomie brune dans lesquels on a trouvé des Ostracodes et des Algues ; sa limite supérieure est marquée par 2 ou 3 petits bancs de cinérite.

Pour Renouard [1936], les couches, dites « de Heissentein », qui s'intercalent entre le socle hercynien et l'assise de Triembach, à l'E du bassin, appartiendraient à la même formation. Les dépôts d'Albé sont traversés par un filon rhyolithique dont la plus grande épaisseur atteint près de 5 m.

Se basant sur la fréquence des espèces du genre *Walchia*, Sterzel [1895] attribua les couches d'Albé à l'Autunien inférieur.

Pour Boulay [1879], au contraire, elles devraient être assimilées à la série d'Avaize, c'est-à-dire à l'étage des Calamodendrées (Stéphanien supérieur). La même opinion a été défendue par Zeiller [1894 b], qui attribua cette formation à la partie supérieure du Stéphanien.

Benecke, Van Werwecke [1890], et plus récemment Jung [1924], ont constaté que les conditions paléogéographiques locales rattacheraient les couches d'Albé au Permien plutôt qu'au Carbonifère.

A la suite d'une révision de la flore de l'ensemble des dépôts permo-carbonifères de la région, Renouard [1936] confirmait l'opinion de Zeiller, en attribuant l'assise d'Albé au Stéphanien supérieur.

Dans cette étude j'ai repris les listes de Renouard que j'ai complétées par quelques déterminations effectuées au cours d'une course dans le bassin.

La flore ainsi identifiée comprend :

Pecopteris candollei BRONG.

P. cyathea SCHLOTH.

P. densifolia GOEPP.

P. hemitelioides BRONG.

P. unita BRONG.

Odontopteris subcrenulata ROST

Neuropteris cf. *planchari* ZEILL.

Linopteris brongniarti GUTB.

Ovopteris pecopteroides LANDESKR.

Taeniopteris multivervis WEISS

Lebachia goeppertiana FLOR.

L. piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)

Ernesliodendron filiciforme FLOR. (SCHLOT. pars)

Gomphostrobus bifidus GEIN.

Annularia sphenophylloides ZENK.

A. stellata SCHLOTH.

Cordaites sp. (nombreuses)

Caulopteris peltigera BRONG.

graines variées

troncs

Ce petit nombre d'espèces ne permet pas de formuler des conclusions de caractère absolu. Les caractères les plus significatifs sont cependant la présence de *Taeniopteris multivervis* WEISS, ainsi que la fréquence et la diversité des *Conifères*. Des différences considérables apparaissent par comparaison de cette liste avec celles des flores du Stéphanien supérieur du Massif Central. On note en particulier : la pauvreté des dépôts en empreintes végétales déterminables, la rareté des Neuroptéridées, des Spénoptéridées et des Sphénophyllées ainsi que l'absence de *Sph. thoni*, *Sph. longifolium*, *Pecopteris monyi*, *P. elaverica*, *Odontopteris minor*, qui sont fréquents dans les

formations terminales du Stéphanien du Massif Central. Il faut cependant noter que l'absence de quelques-unes de ces formes est accidentelle puisqu'on les connaît dans les premiers dépôts de l'assise de Triembach (voir chapitre III-9 B).

A cet ensemble de caractères négatifs il faut ajouter l'absence de *Callipteris* qui, à première vue, ne permet pas d'attribuer cette formation à l'Autunien inférieur. On serait tenté, à la suite de ces observations, de rapprocher l'assise d'Albé de l'Autuno-Stéphanien du bassin de la Loire (assise de Bellevue; étage ambigu permo-carbonifère de Grand'Eury). On constate également des affinités avec la flore de l'assise de Breitenbach (Sarre).

Mais la flore d'Albé présente cependant des caractères originaux : présence de *Taeniopteris multinervis* et fréquence des Conifères.

On ne peut formuler de conclusions sans tenir compte du fait qu'il s'agit ici d'un type de bassin dont la formation différerait à la fois de celle des gisements du Massif Central et de celle du bassin sarro-lorrain. Les divers lambeaux permo-houillers de cette région sont vraisemblablement les témoins d'un bassin plus étendu, comparable à celui de Ronchamp, au S des Vosges. Pour G. Mathieu [1949 b], il s'agissait là d'un lac salé, comparable aux chotts des steppes d'Asie (cf. présence de dolomie); ce lac, en voie d'assèchement, était situé sur un plateau assez élevé.

Comme l'assise de Breitenbach, l'assise d'Albé représenterait à la fois le Stéphanien supérieur et l'étage autuno-stéphanien. Le Stéphanien n'aurait pas atteint, dans cette région, le développement considérable des formations du Massif Central.

3. Bassin sarro-lorrain : assise de Breitenbach.

Le Stéphanien du bassin permo-houiller de Sarre et de Lorraine est représenté par la formation d'Ottweiler dont la puissance atteint environ 1 700 m. Elle a été subdivisée en trois assises qui sont, de bas en haut : l'assise de Sarrelouis (600 m); l'assise de Potzberg (900 m); l'assise de Breitenbach (200 m).

Seule l'assise de Breitenbach intéresse cette étude. D'une épaisseur maximum de 200 m, elle s'amincit progressivement vers l'W, où elle disparaît sous la couverture triasique près de Labach. Elle est formée, en majeure partie, par des grès fins, assez schisteux, de couleur grise ou verte; elle renferme quelques passées bitumineuses, plus foncées, à coprolithes et débris de Poissons. La couleur terne de ces sédiments la distingue nettement des formations rouges de l'assise de Potzberg qui la précède. Elle comprend une seule couche de houille, la veine Hausbrand, dont l'épaisseur ne dépasse guère 1 m, mais dont l'extension est assez régulière. Les séries rouges, conglomérats et schistes de l'assise de Kusel, font suite à l'assise de Breitenbach qu'elles recouvrent en concordance et sans discontinuité.

Les premières recherches paléobotaniques dans cette formation sont dues à Weiss [1869]; dans un ouvrage de caractères descriptif, il se contenta de caractériser l'étage d'Ottweiler dans son ensemble, en le distinguant de l'assise de Sarrebruck qui le précède et des couches de Kusel qui lui succèdent. H. Potonié [1896] reprit les listes de Weiss en les modifiant quelque peu et attribua l'assise de Breitenbach au Stéphanien supérieur (oberstes productives Carbon). Quelques années plus tard, Hemmer [1920] y signala la présence de la majorité des espèces que Zeiller avait déterminées dans le terrain houiller de Commentry. Un grand nombre des déterminations de Hemmer se sont révélées inexactes dans la suite et n'ont pu être vérifiées.

Dans une étude critique, faite d'après les travaux antérieurs complétés par les révisions d'E. Simson-Scharold [1934], P. Bertrand souligna le caractère encore franchement stéphanien de la flore de l'assise de Breitenbach; il reconnut cependant la présence de quelques formes à affinités permienues, telles que *Pecopteris pinnatifida* et *Dicksonites leptophylla* [in Pruvost, 1934].

A l'heure actuelle, la récolte sur les gisements est assez difficile, l'exploitation de la veine

Hausbrand étant à peu près arrêtée. Au cours de plusieurs séjours à Sarrebruck, j'ai cependant pu examiner une collection assez importante appartenant au Musée houiller de l'École des Mines de la Sarre. J'ai déterminé ainsi plus de cinquante espèces provenant de plusieurs gisements différents.

1. FLORE DE BRÜCKEN (Palatinat).

Pecopteris cf. bredovi GERM.
P. candollei BRONG.
P. cyathea SCHLOTH.
P. cyathea fructifié
P. mongi ZEILL.
P. oreopteridia BRONG.
P. pinnatifida-waltoni (ZEILL.) CORS.
P. plumosa-dentata BRONG.
P. polymorpha BRONG.
P. pseudo-bucklandi ANDR.
P. unita BRONG.
Callipteridium pteridium SCHLOTH.
cf. Pecopteridium costei ZEILL.
Odontopteris subcrenulata ROST
Neuropteris cordata BRONG.
Cyclopteris sp.

Dicksonites leptophylla BUNB.
D. pluckeneti SCHLOTH.
Pseudomariopteris ribeyroni ZEILL.
 (Sphenopteris cordato-ovata WEISS)
Sphenophyllum angustifolium GERM.
Sph. oblongifolium GERM. et KAULF.
Annularia spicata GUTB.
A. stellata SCHLOTH.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Calamites suckowi BRONG.
Sigillaria brardi BRONG.
Stigmaria ficoides BRONG.
Macrostachya carinata GERM.
cf. Walchia sp.
Cordailes sp.

Dans cet ensemble il faut noter l'abondance et la variété des Pécoptéridées.

2. FLORE DE LABACH (Puits de Labach).

Pecopteris candollei BRONG.
P. cyathea SCHLOTH. var. *major* nov. var.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. oreopteridia BRONG.
P. plumosa-dentata BRONG.
P. polymorpha BRONG.
P. cf. tenuinervosa CORS.
P. truncata ROST
P. unita BRONG.
Callipteridium pteridium SCHLOTH.
Odontopteris schlotheimi BRONG.
Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.

Pseudomariopteris ribeyroni ZEILL.
Sphenopteris cf. matheti ZEILL.
Sphenophyllum angustifolium GERM.
Sph. verticillatum SCHLOTH.
Annularia spicata GUTB.
A. stellata SCHLOTH.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Macrostachya carinata GERM.
Calamites cruciatus STERNB.
C. gigas BRONG.
C. suckowi BRONG.
Calamostachys sp.

Comme dans la liste précédente, on remarque l'abondance des Pécoptéridées et la présence de *Sph. verticillatum* SCHLOTH.

3. FLORE DE OBERHAUSEN-AN-DER-NAHE.

Pecopteris candollei BRONG.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. oreopteridia BRONG.
P. platonii GR. EU.
P. plumosa-dentata BRONG.
P. polymorpha BRONG.
P. cf. tenuinervosa CORS.
P. unita BRONG.
Odontopteris schlotheimi BRONG.
Linopteris brongniarti GUTB.

Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.
Sphenopteris casteli ZEILL.
Ovopteris pecopteroides LANDESKR.
Zygopteris pinnata GR. EU.
Sphenophyllum verticillatum SCHLOTH.
Annularia sphenophylloides ZENK.
A. stellata SCHLOTH.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Macrostachya carinata GERM.
Calamites suckowi BRONG.

Dans cet ensemble, on enregistre la diversité des Pécoptéridées et de Sphénoptéridées, ainsi que la présence de *Sph. verticillatum*.

4. ASSISE DE BREITENBACH S. L.

Dans la dernière liste sont groupées des espèces provenant de divers gisements non précisés de l'assise.

Pecopteris cyathea fructifié
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. plumosa-dentata BRONG.
P. polymorpha BRONG.
Callipteridium pteridium SCHLOTH.
Odontopteris aff. brardi BRONG.
Cyclopteris sp.
Dicksonites beyrichi WEISS
D. leptophylla BUNB.
Pseudomariopteris busqueti ZEILL.
Ps. ribeyroni ZEILL.

Sphenophyllum longifolium GERM.
Sph. oblongifolium GERM. et KAULF.
Annularia stellata SCHLOTH.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Calamites cisti BRONG.
C. suckowi BRONG.
Aphlebia flabellata STERN.
A. germari ZEILL.
Cordaites sp.
 Spicules de *Sigillaria* sp.
 Nombreuses graines

Dans cette dernière liste, il faut souligner la présence de *D. leptophylla*, de *D. beyrichi* et de *Sph. longifolium*. La confrontation de ces quatre listes permet de se faire une idée de la fréquence des différentes formes.

L'ensemble de la flore de l'assise de Breitenbach comprend plus de cinquante espèces. La comparaison avec les flores des assises du Stéphanien supérieur du Massif Central (tabl. I, p. 40 et 41), permet de mettre en évidence certains caractères communs qui ont déjà été signalés dans une note antérieure [Doubinger, 1953 b]. On remarque en effet : la fréquence et la diversité des Pécoptéridées, dont 19 espèces différentes sont représentées ; la présence de certaines formes qui ne se développent que vers le sommet du Stéphanien (*P. monyi*, *Ov. pecopteroides*, *Sph. matheti*, *Sph. angustifolium* et *Sph. longifolium*).

On note, par contre : l'absence ou la très grande rareté de *A. grandini*, *O. minor*, *C. gigas*, *Sph. thoni*, formes assez fréquentes dans la deuxième moitié du Stéphanien du Massif Central ; la rareté des Neuroptéridées et des Sphénoptéridées dont l'abondance et la diversité sont caractéristiques des gisements stéphanien supérieurs du Massif Central.

Ces différences sont loin d'être négligeables. Elles sont renforcées par l'existence de quelques traits originaux : présence de *D. leptophylla* BUNB., espèce fréquente dans les formations attribuées à l'Autunien inférieur, à Brive (Corrèze) et à Buçaco (Portugal) [Teixeira, 1944] ; présence de *Sphenophyllum verticillatum* SCHLOTH., qui est inconnu dans les formations permo-carbonifères du Massif Central, mais fréquent dans les bassins d'Europe centrale (les empreintes du Massif Central attribuées par Zeiller à *Sph. verticillatum* appartiennent en réalité à *Sph. thoni* var. *minor*) ; présence et fréquence de *Sph. cordato-ovalis* WEISS, qui ne paraît être qu'une forme plus opulente de *Pseudomariopteris ribeyroni* ZEILL. (il s'agit probablement d'une variété locale de cette espèce ; la forme type serait cantonnée dans les gîtes du Massif Central ; les affinités de cette espèce avec *P. ribeyroni* n'avaient d'ailleurs pas échappées à Zeiller [1890]).

Il faut noter, de plus, l'absence dans ces dépôts de *Taeniopteris multinervis* WEISS, qui apparaît dans les formations plus récentes constituant l'assise de Lebach (d'après H. Potonié [1903-1913]).

L'examen de la flore de l'assise de Breitenbach montre donc trois faits importants : des caractères qui la rattachent incontestablement au Stéphanien supérieur ; des affinités permienues ; des traits originaux, qui la rapprochent des formations d'Europe centrale et accentuent les différences avec les flores du Massif Central.

On serait donc tenté de se rallier à l'opinion de certains auteurs [de Maistre, 1949] en attribuant l'assise de Breitenbach à l'*Autunien inférieur* : l'assise de Potzberg représenterait alors l'ensemble du Stéphanien moyen et du Stéphanien supérieur. L'assise de Potzberg, mal connue parce qu'elle est pauvre en houille, a révélé une flore pauvre et peu caractéristique, la nature grossière des sédiments y est, en outre, peu favorable à la conservation des empreintes.

Cette solution ne semble cependant pas devoir être retenue intégralement. Il importe en effet de noter, dans la flore de cette assise, l'absence totale des *Callipteris*, plantes caractéristiques de la flore autunienne, qui en compte une vingtaine d'espèces. Il faut y souligner aussi l'absence de *T. multinervis* dont le foisonnement est bien connu dans de nombreux dépôts attribués à l'Autunien (Triembach-Lodève). De plus, le nombre des espèces stéphanienues représentées est encore assez important.

Ces caractères négatifs incitent à rapprocher cette assise de la formation de Bellevue, qui surmonte le Stéphanien supérieur typique dans le bassin de la Loire. Cette assise (Autuno-Stéphanien ou étage ambigu permo-carbonifère de Grand'Eury) représenterait le passage graduel du Stéphanien au Permien. Dans l'assise de Breitenbach, les caractères stéphanienues de la flore sont cependant bien plus accusés que dans l'assise de Bellevue.

Il semble donc logique d'admettre que l'assise de Breitenbach représente à la fois le *Stéphanien supérieur* et l'*étage ambigu autuno-stéphanien*, dépourvu de *Callipteris*. L'ensemble est beaucoup plus réduit que dans le bassin de Saint-Étienne. Ces différences de développement peuvent être dues en partie à la genèse différente de ce bassin, situé au pied de la chaîne. Les bassins situés à l'intérieur des chaînes (de type Massif Central), ont un Stéphanien beaucoup plus développé.

Conclusions.

Dans plusieurs gisements d'Europe occidentale, le Stéphanien supérieur passe donc insensiblement à un étage supra-houiller correspondant à l'étage « ambigu permo-carbonifère » de Grand'Eury [1877] (Autuno-Stéphanien de J. de Maistre [1951]). La flore de cette formation se présente comme une flore stéphanienne appauvrie. La plupart des familles végétales stéphanienues y sont encore représentées, mais elles ne présentent plus la diversité de forme, ni la fréquence, caractéristiques du Stéphanien supérieur. On n'y a jamais récolté de *Callipteris*, mais de rares formes autunienues (*Dicksonites leptophylla*, *Callipteridium rochei*...) y apparaissent d'une manière assez sporadique. Comme l'avait déjà noté Grand'Eury [1877], « la flore de cet étage participe encore beaucoup trop de celle du terrain houiller pour pouvoir en être isolée comme indépendante ».

ESPÈCES VÉGÉTALES REPRÉSENTÉES	STÉPHANIEEN SUPÉRIEUR (STÉPHANIEEN C)						ÉTAGE AUTUNO-STÉPHANIEEN				
	Decazeville	Brive	Commentry	Saint-Étienne	Blanzy	Decize	Étage ambigu : Saint-Étienne	Autun : assise du mont Pelé	Brive : grès de La Cabane	Vosges : couches d'Albé	Sarre : assise de Breitenbach
<i>Pecopteris boutonneti</i> ZEILL.....			+		+						
<i>P. bredovi</i> GERM.		+									+
<i>P. candollei</i> BRONG.....	+	+	+			+	+	+		+	+
<i>P. clintoni</i> Lesq.	+										+
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH. var. <i>major</i> nov. var.	+						+				+
<i>P. daubreei</i> ZEILL.....	+	+	+		+		+				
<i>P. densifolia</i> GOEPP.....	+		+	+	+	+				+	
<i>P. elaverica</i> ZEILL.	+		+	+	+	+	+				
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>P. hemitelioides</i> BRONG.	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
<i>P. integra</i> ANDR.	+	+	+								
<i>P. monyi</i> ZEILL.	+	+	+	+	+	+	+				+
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	+	+	+	+	+	+	+				+
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORS.	+	+			+		+				+
<i>P. palaeacea</i> ZEILL.			+								
<i>P. platoni</i> GR. EU.	+	+	+	+		+	+	+			+
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG.	+	+	+	+	+	+	+				+
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>P. pseudo-bucklandi</i> ANDR.	+	+		+							+
<i>P. tenuinervosa</i> CORS.	+										+
<i>P. truncata</i> ROST.	+	+				+					+
<i>P. unita</i> BRONG.....	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. wongi</i> HALL.				+							
<i>Alethopteris grand'euryi</i> ZEILL. ..			+								
<i>A. grandini</i> BRONG.	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>A. minuta</i> ZEILL.				+	+						
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	+	+	+	+		+					
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.	+	+		+	+	+	+	+			+
<i>C. rotundifolium</i> BERTR.				+							
<i>C. rochei</i> ZEILL.										+	
<i>Pecopteridium costei</i> ZEILL.	+			+	+	+					+
<i>P. magnum</i> nov. sp.	+										
<i>Odontopteris bourraensis</i> DOUB. et VETT.	+	?									
<i>O. brardi</i> BRONG.	+	+		+			+				+
<i>O. duponti</i> ZEILL.			+								
<i>O. genuina</i> GR. EU.	+		+	+	+	+					
<i>O. minor</i> BRONG.	+	+	+	+	+	+	+				
<i>O. minor-zeilleri</i> POT.	+		+	+	+	+					
<i>O. obtusa</i> BRONG.....	+	+	+	+			+				
<i>O. osmundaeformis</i> SCHLOTH. (<i>O.</i> <i>schlotheimi</i> BRONG.).....				+							+
<i>O. reichi</i> GUTB.				+	?	?					
<i>O. subcrenulata</i> ROST.	+	+		+	+	+				+	+
<i>O. subcrenulata</i> ROST var. <i>elongata</i> DOUB. et VETT.	+			+							
<i>Mixoneura neuropteroides</i> GOEPP.	?		+		+						
<i>Neuropteris cordata</i> BRONG.	+	+	+	+	+	+		+			+
<i>N. crenulata</i> BRONG.....	+		+		+						
<i>N. (?) delasi</i> ZEILL.		+									
<i>N. dispar</i> ZEILL.			+								
<i>N. gallica</i> ZEILL.	+		+		+						
<i>N. horrida</i> ZEILL.			+								
<i>N. matheroni</i> ZEILL.			+								
<i>N. planchardi</i> ZEILL.	+		+	+	+		+	+		+	
<i>N. pseudo-blissi</i> POT.	+			+		+		+			
<i>N. raymondi</i> ZEILL.	+							+			
<i>N. zeilleri</i> DE LIM.	+										
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.	+	+	+			+				+	+
<i>L. germari</i> GIEB.	+		+	+	+	+	+			+	+
<i>Dicksonites beyrichi</i> WEISS.....		+				+					+
<i>D. leptophylla</i> BUNB.						+		+			+

TABLEAU I. — Comparaison des flores du Stéphanien supérieur et de l'étage autuno-stéphanien.

ESPÈCES VÉGÉTALES REPRÉSENTÉES	STÉPHANIEN SUPÉRIEUR (STÉPHANIEN C)						ÉTAGE AUTUNO-STÉPHANIEN				
	Decazeville	Brive	Commentry	Saint-Étienne	Blanzy	Decize	Étage ambigu : Saint-Étienne	Autun : assise du mont Pelé	Brive : grès de La Cabane	Vosges : couches d'Albé	Sarre : assise de Breitenbach
<i>D. pluckeneti</i> SCHLOTH. (<i>D. sterzeli</i> ZEILL.)	+	+	+	+	+	+		+			+
<i>Pseudomariopteris busqueti</i> ZEILL.	+		+	+	+	+		+			+
<i>Ps. paleaui</i> ZEILL.		+	+								
<i>Ps. ribeyroni</i> ZEILL.	+		+	+	+		+	+	+		+
<i>Ovopteris pectopteroides</i> LANDESKR.	+	+	+	+	+	+				+	+
<i>Rhacopteris courtini</i> ZEILL.	+	+	+								
<i>Sphenopteris casteli</i> ZEILL.	+		+		+	+	+	+			+
<i>Sp. decorpsi</i> ZEILL.			+	+							
<i>Sph. fayoli</i> ZEILL.			+								
<i>Sph. fossorum</i> ZEILL.	+		+								
<i>Sph. kidstoni</i> ZEILL.	?		+								
<i>Sph. lenis</i> ZEILL.			+								
<i>Sph. matheti</i> ZEILL.	+	+	+	+	+	+	+	+			+
<i>Sph. picandeti</i> ZEILL.			+								
<i>Zygopteris pinnata</i> GR. EU.	+	+	+		+	+					+
<i>Taeniopteris carnoti</i> ZEILL.			+								
<i>T. jejuna</i> GR. EU.	+	+	+			+					
<i>T. multinervis</i> WEISS	+			+	+	+	+			+	
<i>Lesleya ensis</i> ZEILL.			+								
<i>Emplectopteris ruthenensis</i> DOUB.	+										
<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.	+	+	+				+				+
<i>Sph. costae</i> STERZ.	+		?		?						
<i>Sph. longifolium</i> GERM.			+	+	+	+	+				+
<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.	+	+	+	+	+	+		+	+		+
<i>Sph. thoni</i> MAHR	?	+	+	+	+						
<i>Sph. verticillatum</i> SCHLOTH.											+
<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
<i>A. spicata</i> GUTB.	+	+									+
<i>A. stellata</i> SCHLOTH.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Calamites cisti</i> BRONG.	+		+	+							+
<i>C. cruciatus</i> BRONG.	+	+				+					
<i>C. gigas</i> BRONG.		+									
<i>C. suckowi</i> BRONG.	+	+	+			+					
<i>Equisetites vaujolyi</i> ZEILL.		+									
<i>Lebachia frondosa</i> REN. var. <i>zeileri</i> FLOR.					+						
<i>L. goeppertiana</i> FLOR.										+	
<i>L. hypnoides</i> BRONG.		+									
<i>L. parvifolia</i> FLOR.					+						
<i>L. piniformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)	?	+									
<i>Gomphostrobus bifidus</i> GEIN.		+								+	
<i>Ernestiodendron filiciforme</i> FLOR. SCHLOTH. pars)		+								+	
<i>Dicranophyllum gallicum</i> GR. EU.	+	+	+	+	+		+	+			
<i>Cordaites foliolatus</i> GR. EU.	+		+	+	+	+					
<i>C. lingularis</i> GR. EU.	+	+	+	+	+						
<i>Dorycordaites affinis</i> GR. EU.			+								
<i>Poacordaites linearis</i> GR. EU.	+	+									
<i>Plagiozamites acicularis</i> REN.			+								
<i>Pl. carbonarius</i> REN.			+								
<i>Pl. planchari</i> (REN.) ZEILL.)			+		+						
<i>Pterophyllum fayoli</i> REN.			+								
<i>Pt. grand'euryi</i> SAP. et MAR.					+						
<i>Dolerophyllum pseudo-peltatum</i> GR. EU.	+		+					+			
<i>Selaginellites suissei</i> ZEILL.	?				+						
<i>Sigillaria brardi</i> BRONG.	+	+		+	+	+					

TABLEAU I (suite). — Comparaison des flores du Stéphanien supérieur et de l'étage autuno-stéphanien.

CHAPITRE III

AUTUNIEN

1. Bassin d'Autun et d'Épinac.

Série type.

Le bassin d'Autun-Épinac forme une cuvette assez vaste dans les terrains cristallins (granite, granulite), les gneiss et les schistes micacés dévoniens, et le Carbonifère inférieur. Le Carbonifère inférieur (Culm) est représenté par des schistes à lydiennes, des grès et poudingues, des tufs éruptifs et des coulées de rhyolite. L'ensemble de ce socle a été plissé au Carbonifère moyen (phase sudète).

L'étude *stratigraphique* de ce gisement a fait l'objet d'une importante monographie due à F. Delafond [1889] qui établit la succession stratigraphique suivante :

Permien supérieur : argiles et sables rouges.

Autunien { assise de Millery,
 { assise de Muse ; étage des schistes bitumineux,
 { assise d'Igornay.

TRANSGRESSION.

Terrain houiller : assise de Grand Molloy.

TRANSGRESSION.

Grès et poudingues du mont Pelé

TRANSGRESSION.

Terrain houiller d'Épinac.

DISCORDANCE MAJEURE.

Socle cristallin et Culm dinantien plissé.

Cette subdivision fut admise durant une cinquantaine d'années. La flore des divers étages a été caractérisée par Grand'Eury, puis par Renault et par Zeiller qui en fixa les caractères distinctifs.

En 1942, P. Pruvost entreprit la révision de la stratigraphie du bassin par l'étude d'une série de sondages que P. Termier avait fait exécuter en 1907, modifiant ainsi sensiblement l'échelle stratigraphique de Delafond. La structure du bassin serait la suivante [Pruvost, 1942, 1947 b] :

1. La formation la plus ancienne est le *terrain houiller d'Épinac*. Il affleure à l'extrémité orientale du bassin et repose en discordance sur le socle cristallin. Ainsi que l'avaient indiqué Grand'Eury et Zeiller, sa flore, caractérisée par *A. grandini* BRONG., *P. plumosa-dentata* BRONG., *Mixoneura neuropteroides* GOEPP., *Call. pteridium* SCHLOTH., est de la base du Stéphanien moyen, étage intermédiaire de Grand'Eury (entre Rive-de-Gier et Saint-Étienne).

2. Sur cet étage productif et nettement en discordance, s'appuie une *première formation autunienne*. Elle atteint 150 à 200 m d'épaisseur et débute par endroits par des conglomérats verts à galets de rhyolite. A partir du bord oriental jusqu'au centre du bassin, la formation se présente sous trois faciès différents : le faciès conglomératique stérile du mont Pelé, le faciès charbonneux du Grand Molloy et le faciès bitumineux d'Igornay.

Pour M. Pruvost, ces diverses formations passeraient latéralement les unes aux autres et seraient donc du même âge au lieu d'être discordantes entre elles comme l'avait supposé Delafond. Cette interprétation, imposée par la considération des caractères géométriques des différentes couches, reste à être vérifiée par l'étude des flores et par leur comparaison.

Il y aurait donc dans cette série non seulement lacune partielle du Stéphanien moyen mais encore du Stéphanien supérieur.

3. Au-dessus de cet ensemble et en concordance repose l'*assise de Muse*, d'une épaisseur de 500 m environ. Elle est imparfaitement connue. Elle renferme la couche de Muse et les veinules de charbon de Cordesse et de Chambois.

4. La *partie supérieure* de la formation comprend une puissante série de couches dans lesquelles on distingue deux assises :

a) à la base l'*assise de Surmoulin*, d'une puissance de 250 m, renferme trois couches de schistes bitumineux ;

b) l'*assise de Millery*, dont 235 m sont explorés, comprend de bas en haut : le faisceau des Télôts (115 m), série schisteuse renfermant les couches de schistes bitumineux n^{os} 1 à 10, et le groupe du Boghead (150 m), série également schisteuse avec de minces lits de schistes bitumineux, quelques barres calcaires et la veine de Boghead, à 110 m au toit de la 1^{re} couche des Télôts.

5. La série se termine par des *grès et argiles rouges* attribués au Saxonien.

AUTUNNIEN (PERMIEN INFÉRIEUR)

AUTUNNIEN SUPÉRIEUR (500 m)

AUTUNNIEN INFÉRIEUR (700 m)

SUCCESSION DES DÉPÔTS

CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES

Permien supérieur : argiles et grès rouges

N'ont pas livré de fossiles

Assise de Millery (250 m env.)	Groupe du Boghead : schistes avec quelques bancs calcaires minces ; lits bitumineux ; boghead à 110 m du toit de la 1 ^{re} couche 1 ^{re} couche des Télôts. Faisceau des Télôts : schistes avec rares bancs de grès et 10 couches de schistes bitumineux, 10 ^e couche des Télôts.
Assise de Surmoulin (250 m)	Stérile de schistes argileux tendres avec rares grès intercalés (une couche de sch. bitum. à mi-hauteur, et 2 couches satellites au toit immédiat de la grande couche).

Flore purement permienne. Abondance de variété des *Callipteris* (6 espèces) et des *Walchia* (dont *W. imbricata* et *W. taxinoides*), formes inconnues plus bas.

Faune : *Estheria tenella* JORD., *Amblyterus reussi* H. K. L. et nombreux autres Poissons *Paleoniscides*.

GRANDE COUCHE DE SURMOULIN.

Assise de Muse (500 m env.)	Intervalle mal connu renfermant la couche de Muse (St-Forgeot) située à 110 m au toit de la couche de Lally. Veinules de charbon de Cordesse et Chambois.
-----------------------------	--

Caractères encore mal précisés.
Disparition d'*A. grandini*.
Apparition d'*Estheria tenella*.

COUCHE DE LALLY.

Assise d'Igornay (150 à 230 m)	Stérile (100 m) : grès et poudingues de Lally. Couches d'Igornay (30 m). Schistes avec couches bitumineuses, quelques lits dolomitiques. Faisceau de Molloy (0 à 100 m) : grès, schistes et charbon. Poudingues de base à galets de rhyolite.
--------------------------------	---

Flore de transition du Stéphanien à l'Autunien : des formes permienes, telles que *T. multinervis*, *W. piniformis* (rare) et les premiers *Callipteris* (*C. conferta*, rare) sont associés à *A. grandini*, *O. reichii*, *O. minor*, nombreux *Pecopteris* stéphanien.
Faune : *Estheria lallyensis* DEP. et MAZ., *Maigapleuron rochei*, *Acanthoides bronni* AGASS.

Lacune correspondant au Stéphanien supérieur (assise d'Avaize *pro parte*) et discordance.

Assise de Saint-Étienne } Terrain houiller d'Épinac } Flore : *A. grandini*, *P. dentata*, *Linopteris neuropteroides*,
Cordaïtes.

Lacune et discordance majeure (phase orogénique sudète de H. Stille).

SOCLE CRISTALLIN ET CULM DINANTIEN PLISSÉ.

TABLEAU II. — Succession des couches permo-carbonifères d'Autun-Épinac (P. PRUVOST).

Les premières observations sur la flore du bassin d'Autun-Épinac se trouvent dans les notes de voyage de Grand'Eury [1877]. Comme on l'a déjà mentionné, il attribua les couches d'Épinac à la base de la série de Saint-Étienne, les poudingues du Mt Pelé et les schistes de Grand'Molloy à l'étage des Calamodendrées.

La flore des schistes bitumineux, qui intéresse plus particulièrement cette étude, posséderait un double caractère : celui d'un étage de transition permo-carbonifère à Chambois et celui du Rothliegende supérieur (non Zechstein) à Millery. L'ensemble du système présenterait, d'après l'auteur, « l'exemple remarquable d'une formation permienne liée intimement au terrain houiller supérieur » [Grand'Eury, 1908]. Une étude détaillée des fossiles du Permien d'Autun a été effectuée quelques années plus tard par E. Roche [1881]. Trois sous-étages sont caractérisés chacun par une importante liste de Végétaux : le sous-étage inférieur montrerait encore de nombreux traits houillers ; le sous-étage moyen marquerait le passage au Rothlien-ge proprement dit, représenté par le sous-étage supérieur. La description détaillée des différentes espèces constituant cette flore a été réalisée par Zeiller et Renault. Zeiller [1890] s'attacha à la détermination des Fougères, Renault [1896] à celle des autres groupes, ainsi qu'à l'étude des troncs silicifiés, particulièrement nombreux dans ces formations. Ces travaux confirmaient l'existence de trois étages permien reposant sur le Houiller supérieur de Grand'Molloy.

Un double travail s'imposait donc, du point de vue paléontologique : la *vérification de la nouvelle échelle stratigraphique* du bassin, substituée par P. Pruvost à celle qu'avait élaborée Delafond ; la *révision de la flore de l'ensemble du système des schistes bitumineux*, en fonction des progrès réalisés depuis Zeiller dans le domaine de la paléobotanique.

Les affleurements fossilifères sont malheureusement très rares à l'heure actuelle. Les niveaux bitumineux des Télôts, actuellement en exploitation, fournissent à peu près exclusivement des débris animaux (Stégocéphales et Poissons) parmi lesquels on trouve d'ailleurs des pièces remarquables. J'ai cependant pu examiner de nombreux échantillons conservés dans les collections de l'École nationale supérieure des Mines de Paris, du Musée houiller de l'Université de Lille, de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. Au cours d'une tournée dans le bassin, j'ai eu la chance de trouver quelques belles empreintes dans une carrière de grès de Lally (étage de Muse). Dans l'ensemble, les déterminations de Zeiller n'ont subi que de très faibles modifications qui seront signalées dans la discussion.

On envisagera successivement la flore de la formation du Mt Pelé, celle des schistes du Grand'Molloy et enfin celle de la formation bitumineuse d'Igornay. La confrontation des trois listes indiquera les possibilités de l'interprétation de P. Pruvost.

1. *FLORE DE LA FORMATION DU MONT PELÉ*. — La formation du Mt Pelé est constituée en majeure partie par des poudingues et des sédiments grossiers. Elle renferme cependant dans sa partie inférieure une passée schisteuse assez riche en fossiles. Dans la carrière du Mt Pelé, près du hameau des Buissons en Sully, on a récolté :

Pecopteris candollei BRONG.

P. cyathea SCHLOTH.

P. feminaeformis SCHLOTH.

P. hemitelioides BRONG.

P. platoni GR. EU.

P. polymorpha BRONG.

P. unita BRONG.

Alethopteris grandini BRONG.

Callipteridium pteridium SCHLOTH.

Neuropteris cordata BRONG.

N. planchari ZEILL.

N. raymondi ZEILL.

Dicksonites leptophylla BUNB.

D. pluckeneti SCHLOTH.

Pseudomariopteris ribeyroni ZEILL.

Sphenopteris casteli ZEILL.

Sph. matheti ZEILL.

Annularia sphenophylloides ZENK.

A. stellata SCHLOTH.

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.

Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.

Dicranophyllum gallicum GR. EU.

Dolerophyllum pseudo-peltatum GR. EC.

Cette liste, provenant d'un seul gisement, ne donne qu'une idée très incomplète de la flore. Un certain nombre de caractères peuvent toutefois en être dégagés : la fréquence d'un grand nombre de formes communes dans tout le Stéphanien (*A. grandini*, *P. cyathea*, *P. unita*, *C. pteridium*, etc...) ; la persistance de quelques espèces qui apparaissent vers le sommet du Stéphanien

moyen pour atteindre le maximum de leur développement au Stéphanien supérieur (*N. planchardi*, *Sph. matheti*, *Sph. casteli* ; la présence de *O. minor* signalée par E. Roche avec la mention « rare » est douteuse) ; enfin, la présence de *Dicksonites leptophylla* BUNB., espèce bien connue dans les formations permienes de Brive et de Buçaco et dans l'assise autuno-stéphanienne de Breitenbach (Sarre) (cf. 1^{re} partie, chap. II).

Si l'on compare cette liste à celle des principaux gisements stéphanien supérieurs qui ont été étudiés, on enregistre certaines différences : l'absence de quelques formes caractéristiques du Stéphanien supérieur (*Sph. longifolium*, *Sph. thoni*, *Taeniopteris multinervis*...) ; la pauvreté en *Odontopteris*, *Neuropteris*, dont le foisonnement est un des traits caractéristiques de la flore du Stéphanien supérieur. Il importe d'autre part de noter l'absence de *Callipteris*, genre essentiellement caractéristique de la flore permienne. Il convient de rapprocher ces caractères de ceux qui distinguent la flore de l'étage « ambigu permo-carbonifère », dans la Loire, dans les Vosges et en Sarre (1^{re} part., chap. II).

2. FLORE DU FAISCEAU DE GRAND-MOLLOY. — On ne connaît qu'un très petit nombre d'échantillons provenant de cette formation. On y a identifié :

Pecopteris candollei BRONG.

Callipteridium pteridium SCHLOTH.

cf. *Mixoneura neuropteroides* GOEPP.

Neuropteris planchardi ZEILL.

Dolerophyllum pseudo-peltatum GR. EU.

Toutes ces formes se trouvent également représentées au Mt Pelé.

Plus récemment, au terail de Veuville, dans les déblais provenant de la même formation, P. Pruvost et P. Corsin ont relevé les empreintes suivantes :

P. cyathea SCHOLTH.

P. cf. hemitelioides BRONG.

Pecopteris sp.

Alethopteris grandini BRONG.

Callipteris cf. conferta STERNB.

Sphenopteris casteli ZEILL.

Walchia piniformis SCHLOTH.

Cordaites lingulatus GR. EU.

Cardiocarpus sp.

Pachytesta gigantea GR. EU.

Ginkgo sp.

Il convient de souligner dans cet ensemble (rapport inédit), la présence de *Callipteris cf. conferta* qui n'avait pas encore été signalé auparavant, dans le faisceau de Grand'Molloy.

3. FLORE DES SCHISTES D'IGORNAY. — La série des schistes d'Igornay a livré de nombreuses empreintes, en particulier :

Pecopteris candollei BRONG.

P. cyathea SCHLOTH.

P. feminaeformis SCHLOTH.

P. hemitelioides BRONG.

P. platoni GR. EU.

P. polymorpha BRONG.

P. unita BRONG.

Alethopteris grandini BRONG.

Callipteridium gigas GUTB.

C. pteridium SCHLOTH.

C. rochei ZEILL.

Callipteris conferta STERNB.

Odontopteris dufrenoyi BRONG.

O. subcrenulata ROST

Neuropteris planchardi ZEILL.

Linopteris germari GIEB.

Pseudomariopteris ribeyroni ZEILL.

Taeniopteris multinervis WEISS

T. jejuna GR. EU.

Lesleya delafondi ZEILL.

Sphenophyllum angustifolium GERM.

Sph. oblongifolium GERM. et KAULF.

Annularia sphenophylloides ZENK.

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.

Lebachia frondosa var. *zeilleri* FLOR.

L. goepfertiana FLOR.

L. piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)

Sigillaria brardi BRONG.

Syringodendron alternans BRONG.

Cordaites sp.

Dans cet ensemble de plus de 30 espèces on distingue : la persistance d'un certain nombre de formes stéphanienues banales (*P. cyathea*, *P. unita*, *A. grandini*, *C. pteridium*...); la présence de quelques espèces plutôt caractéristiques du Stéphanien supérieur (*T. multinervis*, *N. planchardi*, *Sph. angustifolium*...); enfin, la présence de *Callipteris conferta* STERNB., espèce caractéristique de l'Autunien. Notons de plus la présence de plusieurs formes de Conifères.

Par comparaison avec la flore du Stéphanien supérieur, on est frappé, comme dans le cas de la flore du Mt Pelé, par l'absence de ce foisonnement d'*Odontopteris*, de *Neuropteris* et de *Sphenopteris* qui caractérise la formation, en particulier à Commeny et à Decazeville (tabl. I).

Le tableau III met en évidence les rapports entre les flores des deux formations Mt Pelé, Grand'Molloy-Igornay. 14 espèces sont communes aux deux gisements : ce sont précisément les espèces banales, fréquentes dans toute la série stéphanienne. Dans chacune des deux listes persistent des formes apparues au Stéphanien supérieur : *N. planchardi*, *T. multinervis*, *Sph. casteli* et *matheti*, *Sph. angustifolium*. De part et d'autre, on observe la même rareté des Neuroptéridées et des Sphénoptéridées, dont la fréquence caractérise la végétation du Stéphanien supérieur. On note de plus l'absence de *O. minor*, déjà soulignée par Zeiller (je n'ai pu vérifier la présence de cette espèce signalée par Roche [1881] dans l'Autunien inférieur et par Grand'Eury [1877] dans l'Autunien moyen).

Seule la présence de *Callipteris conferta* distingue donc la flore d'Igornay de celle du gisement voisin du Mt-Pelé, où l'on note, par ailleurs, la présence de *Dicksonites leptophylla*. L'étude paléobotanique ne s'oppose donc pas à l'hypothèse stratigraphique. Celle-ci est encore confirmée par la présence, sporadique il est vrai, de *Callipteris conferta* dans le faisceau de Grand'Molloy. L'apparition de cette espèce semble donc intimement liée au faciès et, bien qu'elle représente l'arrivée d'un genre nouveau, sa valeur de critère en stratigraphie se trouve dès lors sensiblement diminuée.

Il ressort de cette étude que l'étage ambigu autuno-stéphanien (assise du Mt-Pelé) et l'Autunien inférieur à *C. conferta* (assise d'Igornay et du Grand'Molloy), représentent en réalité deux faciès différents d'un même étage stratigraphique, dont il reste à préciser la place exacte, soit au sommet du Stéphanien, soit à la base de l'Autunien. Ce dernier aspect du problème ne pourra être discuté qu'après avoir comparé la flore d'Igornay à celle des autres formations de même âge. On peut toutefois reconnaître, à la suite de Grand'Eury [1877], que la flore d'Igornay « participe encore beaucoup trop de celle du terrain houiller pour pouvoir en être isolée comme indépendante ».

4. FLORE DE L'ASSISE DE MUSE. — L'assise de Muse est assez mal connue. Les empreintes végétales qui en proviennent sont peu nombreuses. On y a déterminé :

Pecopteris candollei BRONG.
P. cyathea SCHLOTH.
P. densifolia GOEPP.
Callipteridium pteridium SCHLOTH.
C. gigas GUTB.
C. rochei ZEILL.
Callipteris conferta STERNB.
C. lyratifolia GOEPP.
C. naumanni GUTB.
Odontopteris dufrenoyi BRONG.

Odontopteris subcrenulata ROST
Neuropteris planchardi ZEILL.
Linopteris brongniarti GUTB.
L. germari GIEB.
Taeniopteris multinervis WEISS
Annularia stellata SCHLOTH.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Lebachia goeppertiana FLOR.
L. piniiformis FLOR. (SCHLOTH. pars)

Plusieurs traits caractéristiques se dégagent de cet ensemble : la disparition d'un grand nombre de formes stéphanienues ; le développement du genre *Callipteris*, qui comprend, à côté de *C. conferta* déjà présent dans l'assise d'Igornay, deux espèces nouvelles (*C. lyratifolia* et *C. naumanni*); enfin, la présence de *T. multinervis* et de plusieurs espèces de Conifères.

Il ne s'agit donc pas à Muse d'une flore autunienne typique. Si les caractères autuniens sont plus accusés que dans la série précédente, ils ne se manifestent que sporadiquement : sur 20 espèces environ, une douzaine sont encore franchement stéphaniennes. On pourrait donc considérer l'assise de Muse, non comme un sous-étage bien individualisé, mais comme une zone de transition entre l'assise d'Igornay où apparaissent les premières transformations de la végétation, et l'assise de Millery qui couronne la série.

5. *FLORE DE L'ASSISE DE MILLERY*. — Les schistes de l'assise de Millery renferment des empreintes dont l'état de conservation est souvent remarquable. Il n'est pas rare de trouver des plaques de très grandes dimensions qui permettent d'observer des portions de frondes assez étendues et de se faire une idée de leur architecture. Après révision des collections de l'École des Mines de Paris, de l'Université de Lille et du Musée de la Société d'Histoire naturelle d'Autun, la liste suivante a pu être dressée :

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Taeniopteris fallax</i> GOEPP.
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	<i>T. multinervis</i> WEISS
<i>P. densifolia</i> GOEPP.	<i>Taeniopteris</i> sp. (aff. <i>T. abnormis</i> GUTB.)
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>C. rochei</i> ZEILL.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>Callipteris conferta</i> STERNB.	<i>Calamites suckowi</i> BRONG.
<i>C. bibractensis</i> ZEILL.	<i>Lebachia frondosa</i> FLOR.
<i>C. jutieri</i> ZEILL.	<i>L. goeppertiana</i> FLOR.
<i>C. lyratifolia</i> GOEPP.	<i>L. hypnoides</i> BRONG.
<i>C. naumanni</i> GUTB.	<i>L. piniiformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>C. pellati</i> ZEILL.	<i>Ernestiodendron filiciforme</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>C. subauriculata</i> WEISS	<i>Gomphostrobus bifidus</i> GEIN.
<i>Odontopteris dufrenoyi</i> BRONG.	<i>Trichopitys heterophylla</i> SAP.
<i>O. duponti</i> ZEILL. (= <i>O. schlotheimi</i> BRONG. ?)	<i>Baiera raymondi</i> REN.
<i>O. obtusa</i> BRONG.	<i>Sigillaria brardi</i> BRONG.
<i>O. subcrenulata</i> ROST	<i>Cordailes</i> sp.
<i>Neuropteris planchardi</i> ZEILL.	<i>Arthropitus</i> sp.
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.	nombreuses graines éparses
<i>L. germari</i> GIEB.	

Cet ensemble de plus de 35 espèces appelle plusieurs remarques. On y note en particulier : la diminution du nombre des espèces stéphaniennes (une douzaine environ) ; l'abondance et la variété des *Callipteris* (7 espèces différentes) ; la diversité et la fréquence des Conifères, représentées par les genres *Lebachia*, *Ernestiodendron*, *Trichopitys*, *Gomphostrobus*, ainsi que le développement des formes du genre *Taeniopteris*.

Les tableaux III et V permettent d'apprécier les transformations de la végétation depuis le début de la série (assise d'Igornay) jusqu'au sommet.

Nous sommes ici en présence d'une flore entièrement différente de la flore carbonifère : les Sphénoptéridées ont complètement disparu, les Neuroptéridées et les Pécoptéridées ne sont plus représentées que par quelques formes attardées ; par contre, on assiste à l'épanouissement des genres, dont certains étaient connus depuis longtemps, mais n'étaient représentés que sporadiquement par de très rares individus : ainsi les *Taeniopteris* (du type *T. multinervis*), les Conifères et les *Callipteris*.

Le Permien inférieur d'Autun, qui a donné le nom à l'étage, peut donc être divisé en 2 sous-étages :

1. Un *Autunien inférieur*, dont la flore comprend de nombreuses espèces houillères et quelques rares formes nouvelles, en particulier les premiers *Callipteris* (*C. conferta* STERNB.).

2. Un *Autunien supérieur*, à flore essentiellement différente de la flore houillère, caractérisée par le grand développement des *Callipteris*, des *Taeniopteris* à frondes simples et des Conifères.

Dans le cas où la série est continue, comme à Autun, la flore s'est transformée progressivement et on peut reconnaître une zone de transition à caractères mixtes. Dans le bassin d'Autun, cette région intermédiaire est représentée par l'assise de Muse.

ESPÈCES VÉGÉTALES REPRÉSENTÉES	STÉPHANIE D						ESPÈCES VÉGÉTALES REPRÉSENTÉES	STÉPHANIE D					
	Étage ambigu autuno- stéphanien			Autunien inférieur classique				Étage ambigu autuno- stéphanien			Autunien inférieur classique		
	Saint-Etienne	Brive : grès de La Cabanne	Autun : assise du mont Pelé	Autun : assise d'Igornay	Brive : puits de Larche (206 m) grès de Châtres	Vosges : Triembach, puits du Diable		Saint-Etienne	Brive : grès de La Cabanne	Autun : assise du mont Pelé	Autun : assise d'Igornay	Brive : puits de Larche (206 m) grès de Châtres	Vosges : Triembach, puits du Diable,
<i>Pecopteris candollei</i> BRONG. .	+		+	+	+	+	<i>Sphenopteris casteli</i> ZEILL. .	+		+			
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	+	+	+	+	+	+	<i>Sph. matheti</i> ZEILL.	+		+			
<i>P. daubreci</i> ZEILL.	+				+	+	<i>Zygopteris cornuta</i> ZEILL. . .					+	
<i>P. elaverica</i> ZEILL.	+						<i>Taeniopteris jejuna</i> GR. EU				+	+	
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH. .		+	+	+	+		<i>T. multinervis</i> WEISS.	+			+		
<i>P. hemitelioides</i> BRONG. . . .	+	+	+	+	+		<i>Lesleya delafondi</i> ZEILL. . . .				+		
<i>P. monyi</i> ZEILL.	+				+	+	<i>Sphenophyllum angustifolium</i>						
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	+	+			+	+	GERM.	+			+		
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORS.	+				+		<i>Sph. costae</i> STERZ.				?		
<i>P. platoni</i> GR. EU.	+		+	+		+	<i>Sph. longifolium</i> GERM.	+					
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG. . .	+				+	+	<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et						
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	+	+	+	+	+	+	KAULF.		+	+	+	+	+
<i>P. pseudo-bucklandi</i> ANDR. . .	+				+	+	<i>Sph. tenuifolium</i> FONT. et						
<i>P. unita</i> BRONG.	+	+	+	+	+	+	WHIT.				?	+	
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG. .	+		+	+			<i>Sph. thoni</i> MAHR					+	+
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB. . .				+		+	<i>Annularia sphenophylloides</i>						
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.	+		+	+		+	ZENK.	+		+	+		
<i>C. rochei</i> ZEILL.				+		+	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.	+		+		+	+
<i>Callipteris conferta</i> STERNB. .				+	+	+	<i>Asiophyllites equisetiformis</i>					+	
<i>Odontopteris brardi</i> BRONG. . .	+	+			+		SCHLOTH.	+		+	+	+	+
<i>O. dufrenoyi</i> BRONG.							<i>Calamites leioderma</i> GUTB. . .					+	
<i>O. minor</i> BRONG.	+						<i>Cordaites lingulatus</i> GR. EU.						
<i>O. obtusa</i> BRONG.	+	+					<i>Poacordaites</i> sp.						+
<i>O. subcrenulata</i> ROST.				+	+	+	<i>Dicranophyllum gallicum</i> GR.						
<i>Neuropteris cordata</i> BRONG. . .			+			+	EU.	+	+				
<i>N. matheroni</i> ZEILL.						+	<i>Lebachia frondosa</i> REN. var.						
<i>N. planchardi</i> ZEILL.	+		+	+	+	+	zeilleri FLOR.				+		
<i>N. raymondi</i> ZEILL.						+	<i>L. goeppertiana</i> FLOR.				+	+	+
<i>N. zeilleri</i> DE LIMA.						+	<i>L. piniformis</i> FLOR. (SCHLOTH.				+		
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB. .					+		pars).				+	+	+
<i>L. germari</i> GIEB.	+			+		+	<i>Ernestiodendron filiciforme</i>						
<i>Dicksonites leptophylla</i> BUNB. .			+				FLOR. (SCHLOTH. pars) . . .					+	+
<i>D. pluckeneti</i> SCHLOTH. (D.		+	+		+	+	<i>Gomphostrobus bifidus</i> GEIN.					+	+
sterzeli ZEILL.)							<i>Trichopitys heterophylla</i> SAP.					+	+
<i>Pseudomariopteris ribeyroni</i>							<i>Plagiozamites planchardi</i> REN						+
ZEILL.	+	+	+	+	+		<i>Dolerophyllum pseudo-pelta-</i>						
<i>Ooopteris decheni</i> WEISS . . .					+		tum GR. EU.		+				
<i>O. pecopteroides</i> LANDESKR. .						+	<i>Sigillaria brardi</i> BRONG. . . .			+			

TABLEAU III. — Comparaison des flores.

2. Bassin de Brive.

L'étude de la flore du Permien de la région de Brive offre un intérêt particulier : on y observe, en effet, le passage graduel du Houiller au Permien. L'étude des formations carbonifères de cette région ayant été déjà faite (1^{re} partie, chap. I) il ne sera question que des flores des niveaux autuniens.

Dans son étude stratigraphique du Permo-Houiller du bassin de Brive, Mouret [1891] donne la coupe suivante :

Grès rouges supérieurs SAXONIEN	{	7. grès de la Ramière, 6. grès de Meyssac, 5. grès de Grammont, 4. grès et argiles rouges de Brive.
Couches à <i>Walchia</i> et à Poissons AUTUNIEN SUPÉRIEUR	{	3. grès à <i>Walchia</i> , 2. calcaires de Saint-Antoine
		} grès du Gourdu du Diable.
Permo-Houiller. AUTUNIEN INFÉRIEUR	}	1. grès rouges inférieurs et grès houillers.

1. *LES GRÈS ROUGES INFÉRIEURS*. — Ce sont des formations grossières parfois poulinguiformes. On y trouve des couches d'argiles, souvent en véritables amas. Ils sont généralement rouges ou bigarrés, parfois plus clairs, de teinte jaunâtre. Ils sont discordants sur les schistes cristallins de la bordure, et concordants sur les formations houillères sous-jacentes. A la limite, on observe des alternances avec les grès à faciès houiller, et même, par endroits, des passages latéraux de grès rouges à des grès à faciès houiller. Les grès rouges inférieurs ont fourni quelques empreintes près de la Cabanne, dans la région de Cublac. Zeiller [1892] a attribué à la même formation les grès de Châtres : grès gris ou jaunâtres alternant avec des schistes, ainsi que la couche du niveau de 206 m du puits de Larche, dans une zone à faciès semblable aux grès houillers du sommet du même puits. Zeiller [1880, 1892] a classé ces différentes formations dans l'étage « Rothliegende inférieur », c'est-à-dire, à la base du Permien.

J'ai pu revoir la majorité des empreintes décrites par Zeiller à l'École des Mines de Paris ainsi que des pièces non signalées, faisant partie de la collection Mouret, conservée à la galerie de Paléontologie de la Sorbonne.

a) AFFLEUREMENTS DE LA CABANNE. On y a déterminé :

<i>Pecopteris cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Odontopteris obtusa</i> BRONG.
<i>P. daubreei</i> ZEILL.	<i>Pseudomariopteris ribeyroni</i> ZEILL.
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.	<i>Annularia stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Stigmaria ficoides</i> BRONG.
<i>P. unita</i> BRONG.	<i>Cordaites</i> sp.
cf. <i>Callipteris conferta</i> STERNB. (douteux ?)	graines
<i>Odontopteris brardi</i> BRONG.	

b) A CHÂTRES, le nombre des empreintes récoltées est minime. On y a reconnu cependant :

<i>Pecopteris daubreei</i> ZEILL.	<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.
<i>P. cf. oreopteridia</i> BRONG.	<i>Pseudomariopteris ribeyroni</i> ZEILL.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>Callipteris conferta</i> STERNB.	

Dans ces listes, on note : la persistance de formes stéphaniennes et la présence, sporadique il est vrai, de *C. conferta*.

c) PUIITS DE LARCHE. La formation du niveau de 206 m du puits de Larche a donné par contre de nombreuses empreintes, en particulier :

Pecopteris candollei BRONG.
P. cyathea SCHLOTH.
P. daubreei ZEILL.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. hemitelioides BRONG.
P. cf. monyi ZEILL.
P. pinnatifida-waltoni (ZEILL.) CORS.
P. plumosa-dentata BRONG.
P. polymorpha BRONG.
P. unita BRONG.
Callipteris conferta STERNB.
Odontopteris brardi BRONG.
O. subcrenulata ROST
Neuropteris planchardi ZEILL.

Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.
Ovopteris decheni WEISS
Zygopteris cornuta ZEILL.
Taeniopteris jejuna GR. EU.
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Sph. tenuifolium FONT. et WHITE
Sph. thoni MAHR
Annularia stellata SCHLOTH.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Aphlebia acanthoides ZEILL.
Calamites leioderma GUTB.
Lebachia goeppertiana FLOR.
Ernestiodendron filiciforme FLOR. (SCHLOTH. pars)

De plus, Zeiller cite une série de troncs et d'épis :

Lepidodendron gaudryi REN.
Lepidophloyos dessorti ZEILL.
L. laricinus STERNB.
Knorria selloni STERNB.

Lepidostrobus fischeri REN.
Lepidophyllum lanceolatum LINDL. et HUTT.
Sigillaria approximata FONT. et WHITE
Stigmaria ficoides BRONG.

La flore du niveau de 206 m du puits de Larche comprend donc une quarantaine d'espèces. Une dizaine environ sont dépourvues d'intérêt stratigraphique : *Lepidophloyos*, *Knorria*, *Lepidostrobus*, *Aphlebia*... Il n'en sera pas tenu compte dans l'examen critique de la flore. Celle-ci présente plusieurs caractères assez nets. On y constate : la prédominance des espèces stéphanienues, la persistance de quelques formes caractéristiques du Stéphanien supérieur (*Sph. thoni*, *P. monyi*, *N. planchardi*...) et la présence de *C. conferta*, espèce caractéristique de l'Autunien, et plus particulièrement de l'Autunien inférieur.

Ces observations rejoignent celles qui ont été faites dans l'assise d'Igornay (p. 46) : passage latéral des grès houillers du puits de Larche et de Châtres à *Callipteris conferta*, aux « grès rouges inférieurs » de la Cabanne, où Zeiller n'avait relevé qu'un fragment de *Callipteris* assez douteux. Le tabl. III, p. 48, souligne, d'autre part, les affinités de la flore de la Cabanne avec celle de l'étage ambigu autuno-stéphanien dans les différents gisements étudiés. Comme dans le bassin d'Autun, l'étage dit ambigu autuno-stéphanien et l'Autunien inférieur à *Callipteris conferta* représentent ici deux faciès différents d'une même assise stratigraphique. Ses rapports étroits avec le Stéphanien sous-jacent n'avaient pas échappé à Mouret qui avait réuni les deux ensembles dans un étage « permo-houiller », la base du Permien inférieur étant représentée par les calcaires de Saint-Antoine.

2. COUCHES A WALCHIA ET A POISSONS. — Du point de vue pétrographique, ce complexe comprend deux niveaux :

— *Le niveau inférieur* ou niveau des calcaires de Saint-Antoine. Peu épais, il est partout concordant sur les grès et argiles inférieurs. Il est plus développé dans le centre du bassin que dans la région périphérique. Au SE d'une ligne passant par Larche et Donzenac, il est calcaire; sur le versant droit de la Vézère il devient argileux; à l'W du bassin dans la région de Cublac, les calcaires manquent, et les argiles rouges finissent même par disparaître. Ces calcaires n'ont pas montré de traces d'organismes, mais il y a quelques passées schisteuses à débris de Poissons.

— *Le niveau supérieur* ou « Grès à *Walchia* ». Il est plus puissant que le précédent et composé en grande partie de grès gris, avec quelques bancs de calcaire ou de schistes, et par endroits des veinules de houille. Il repose en concordance sur les niveaux calcaires de Saint-Antoine. Vers l'W du bassin (région de Cublac), les Grès à *Walchia* passent à des grès rouges ou bigarrés avec argiles rouges, qui ne se distinguent pas des grès rouges supérieurs. Ce changement de faciès coïncide avec la disparition des dépôts calcaires du niveau inférieur. Les passées schisteuses de cette formation sont très riches en fossiles végétaux.

A l'École des Mines de Paris j'ai pu examiner la majeure partie des échantillons ayant fait l'objet des descriptions de Zeiller. Ces observations ont été complétées par celles d'un grand nombre de pièces récoltées par Mouret et conservées à la Sorbonne. Enfin, j'ai pu me rendre à plusieurs reprises sur le terrain, et effectuer d'importantes collectes de fossiles dans la carrière du Gourdu du Diable. Les principaux gisements fossilifères sont la carrière du Gourdu du Diable, le Pont de Larche, les grès d'Objat, les grès de la Cave et les gisements de Lanteuil.

a) GOURDU DU DIABLE. On y a déterminé :

Pecopteris oreopteridia BRONG.

Callipteris conferta STERNB.

C. curretiensis ZEILL.

C. diabolica ZEILL.

C. moureti ZEILL.

C. naumanni GUTB.

C. subauriculata WEISS

Odontopteris subcrenulata ROST

Dicksonites leptophylla BUNB.

Sphenophyllum thoni MAHR

Calamites gigas BRONG.

Aphlebia dichotoma GUMB.

A. trichomanoides GOEPP.

Lebachia hypnoides GOEPP.

Poacordaites sp.

Dorycordaites sp.

Asterophyllites dumasi ZEILL.

Cette flore est remarquable par la grande diversité des espèces du genre *Callipteris* qui s'y trouvent représentées. Il faut mentionner de plus la fréquence de *Sph. thoni* et de *D. leptophylla*.

b) PONT DE LARCHE. Les affleurements du Pont de Larche n'ont donné qu'un petit nombre d'empreintes, en particulier :

Pecopteris hemitelioides BRONG.

P. oreopteridia BRONG.

P. polymorpha BRONG.

P. plumosa-dentata BRONG.

Callipteris curretiensis ZEILL.

Callipteris naumanni GUTB.

Calamites gigas BRONG.

Annularia stellata SCHLOTH.

Sigillaria sp.

On y remarque la présence de deux espèces de *Callipteris* autres que *C. conferta*.

c) OBJAT. On y a déterminé :

Pecopteris oreopteridia BRONG.

Odontopteris subcrenulata ROST

Asterophyllites dumasi ZEILL.

Calamites gigas BRONG.

C. leioderma GUTB.

Dorycordaites sp.

Lebachia hypnoides GOEPP.

L. piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)

Ernestiodendron filiciforme FLOR. (SCHLOTH. pars)

d) CARRIÈRE DU PERRIER ET CARRIÈRE DE LA CAVE. On y a récolté :

Pecopteris pinnatifida-waltoni (GUTBIER) ZEILL.

Callipteris naumanni GUTB.

C. strigosa ZEILL.

Odontopteris subcrenulata ROST

Aphlebia dichotoma GUMB.

Annularia spicata GUTBIER

Cordaites sp.

Lebachia hypnoides GOEPP. (très comm.)

L. piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)

Tylodendron speciosum WEISS

nombreuses graines

Ce gisement est particulièrement riche en Conifères.

e) LANTEUIL-LE SOLEILLOT, ETC...

Pecopteris polymorpha BRONG.*Callipteris moureti* ZEILL.*Linopteris germari* GIEB.*Odontopteris subcrenulata* ROST*Annularia sphenophylloides* ZENK.*Sphenophyllum tenuifolium* FONT. et WHIT.*Lebachia hypnoides* GOEPP.*L. piniformis* FLOR. (SCHLOTH. pars)*Ernestiodendron filiciforme* FLOR. (SCHLOTH. pars)
graines.

Il faut noter la fréquence des Conifères et la présence d'un *Callipteris* différent de *C. conferta*.

L'ensemble le plus caractéristique est sans conteste celui de la *carrière du Gourdu Diable* où les restes fossiles sont particulièrement abondants. Les caractères de cette flore peuvent se résumer ainsi : diminution sensible des espèces stéphanienues, qui ne sont plus représentées que par quelques témoins attardés ; fréquence et diversité des *Callipteris* qui appartiennent à deux groupes, celui des formes à pinnules entières, obtuses et arrondies, se rattachant au type *C. conferta*, et celui des formes à frondes très découpées, à limbe réduit, semblables aux frondes des *Sphenopteris*, tel *C. strigosa* ; enfin, abondance des Conifères.

Ces caractères sont, à quelques détails près, ceux de la flore de l'*assise de Millery*, série type de l'Autunien supérieur. Le tableau V fait ressortir ces affinités. La formation des « Grès à *Walchia* » se rattache donc à l'*Autunien supérieur* plutôt qu'à l'*Autunien moyen* comme le proposèrent Mouret [1891] et Zeiller [1892]. La zone de passage de l'Autunien inférieur à l'Autunien supérieur est sans doute représentée, dans la région de Brive, par la formation des *calcaires de Saint-Antoine* dans laquelle on ne connaît pas d'empreintes végétales.

Le tableau de comparaison fait toutefois ressortir certaines différences entre la flore des Grès à *Walchia* et celle des schistes de Millery. Ces différences ne sont pas négligeables et nécessitent un examen plus approfondi. Dans chaque gisement il y a 7 espèces de *Callipteris* ; or, trois espèces seulement se retrouvent dans les deux bassins. Il y a donc de notables différences dans la flore à *Callipteris* de ces deux régions.

D'autre part, le nombre des espèces houillères est plus grand à Millery qu'à Brive. Mais les *Taeniopteris* à frondes simples sont inconnus à Brive. Cette absence de *Taeniopteris* dans les bassins de la Corrèze a déjà été mentionnée pour la flore du Stéphanien supérieur. Nous avons, par contre, signalé la fréquence, au Gourdu Diable en particulier, de *Sphenophyllum thoni* MAHR ; cette forme paraît inconnue dans le bassin d'Autun.

Les récoltes effectuées sur le terrain ont permis de constater la fréquence des Conifères dans le bassin de Brive, caractère qui n'a pas échappé aux géologues qui ont appelé la formation : « Grès à *Walchia* ». Il faut noter cependant que ces plantes se répartissent en un petit nombre d'espèces par rapport à ce qu'on observe dans la série de Millery.

Tout en se rattachant incontestablement à l'Autunien supérieur, les « Grès à *Walchia* » du bassin de Brive présentent donc des caractères floristiques originaux qui semblent liés à la fois au faciès et à la position géographique du bassin.

L'étude de ces variations sera examinée d'une manière plus détaillée dans le chap. II de la 2^e partie.

*
* *

Au SE de Brive, aux environs de Figeac (Lot), P. Vetter a découvert récemment un gisement fossilifère près du village de Planioles. Les espèces suivantes y ont été déterminées : *Callipteris curretiensis* ZEILL., *C. nicklesi* ZEILL., *Dicksonites beyrichi* WEISS.

La présence de *Callipteris* différents de *C. conferta* STERNB. indiquerait pour cette formation un niveau autunien assez élevé.

3. Bassin de Bert.

Le petit bassin de Bert-Montcombroux est situé au SW du bassin de Blanzky-Le Creusot. Il en représente peut-être le prolongement après ennoyage sous les terrains récents. Le fond du bassin repose sur des granites et des gneiss qui en forment la bordure au S et au NW ; à l'E et à l'W, les dépôts permo-carbonifères sont recouverts par des terrains récents : Miocène et Pliocène.

Obé (1881) et Delafond [1902] y ont distingué trois séries de couches : faisceau inférieur, moyen et supérieur. Le faisceau inférieur est mal connu et ne semble pas se prolonger en profondeur ; les faisceaux moyen et supérieur comprendraient quatre couches chacun.

On s'est demandé si les couches exploitées à Bert pouvaient être rapprochées paléontologiquement de celles de Blanzky ; dans ce cas, elles devraient être d'âge stéphanien moyen. Mais la flore des faisceaux moyen et supérieur semblait bien devoir être rattachée à l'Autunien, celle du faisceau inférieur étant peut-être stéphanienne.

Dès 1877, Grand'Eury avait affirmé dans ses notes de voyage que « le terrain dit houiller de Bert... est certainement permien, les mêmes plantes réunissant les diverses assises dans la même unité ».

Dans son mémoire sur la flore du bassin de Blanzky et du Creusot, Zeiller [1906] consacra un important chapitre à la description détaillée des différentes espèces du bassin de Bert, dont il donne la liste suivante :

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Annularia stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Lepidophloios cf. macrolepidotus</i> GOLD.
<i>P. densifolia</i> GOEPP.	<i>Lepidophyllum acuminatum</i> LESQ.
<i>P. hemitelioides</i> BRONG.	<i>Knorria</i> STERNB.
<i>P. pseudo-bucklandi</i> ANDR.	<i>Sigillaria brardi</i> BRONG.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>Syringodendron</i> sp.
<i>C. rochei</i> ZEILL.	<i>Sigillariostrobus</i> sp.
<i>Callipteris conferta</i> STERNB.	<i>Stigmaria ficoides</i> BRONG.
<i>Mixoneura auriculata</i> BRONG.	<i>Cordaites platynervis</i> GR. EU.
<i>Neuropteris planchardi</i> ZEILL.	<i>Dorycordaites palmaeformis</i> GR. EU.
<i>Linopteris germari</i> GIEB.	<i>Poacordaites linearis</i> GR. EU.
<i>Taeniopteris multinervis</i> WEISS	<i>Cardiocarpus ottonis</i> GUTB.
<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.	<i>C. triangularis</i> GEIN.
<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.	<i>C. pedicellatus</i> GOEPP.
<i>Sph. thoni</i> MAHR	<i>Walchia piniformis</i> SCHLOTH.
<i>Calamites cruciatus</i> BRONG.	<i>W. linearifolia</i> SCHLOTH.
<i>C. gigas</i> BRONG.	<i>Samaropsis cf. fluitans</i> DAWS.
<i>C. leioderma</i> GUTB.	<i>S. cf. dubia</i> GR. EU.
<i>Calamodendron</i> sp.	<i>Tripterosperrum</i> sp.

« Cette flore [note Zeiller] est composée d'un fond considérable d'espèces à la fois stéphanien et permien ». Et il constate que « l'abondance de *Callipteris conferta* ainsi que le polymorphisme déjà plus accentué » indiquent un niveau relativement élevé, plus haut certainement que la base de l'Autunien.

Dans une révision sommaire de la flore de Bert, P. Bertrand [1942] déterminait les espèces suivantes pour le faisceau moyen :

<i>Pecopteris cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Callipteris conferta</i> STERNB.
<i>P. lepidorachis</i> BRONG.	<i>Mixoneura auriculata</i> BRONG.
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	<i>Walchia schneideri</i> ZEILL.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>Calamites cf. leioderma</i> GUTB.

Il attribua à cette flore l'âge *autunien moyen*.

Plus récemment, dans un rapport inédit « sur l'âge du gisement de Bert », MM. Fabre, Feys et Greber ont consigné les observations suivantes : dès le faisceau inférieur, au voisinage immédiat du granite formant le socle, il y a un mélange d'espèces stéphanien et permien. En particulier : *Pecopteris cyathea* SCHLOTH., *P. feminaeformis* SCHLOTH., *Callipteridium gigas* GUTB., *Callipteris conferta* STERNB., *Walchia piniformis*

SCHLOTH. Ils en ont déduit que le gisement de Bert se rapporte dans sa totalité au *Permien* (= *Autunien*) sans qu'il soit possible de préciser davantage, comme le pensait Zeiller, en se fondant sur l'abondance et le polymorphisme de *Callipteris conferta*.

Je n'ai récolté aucune empreinte sur les affleurements de ce gisement. Mais j'ai examiné les échantillons conservés dans les collections de l'École des Mines de Paris et ceux qui se trouvent dans les collections du B. R. G. G. M.

A l'École des Mines :

Pecopteris candollei BRONG.

P. cyathea SCHLOTH.

P. polymorpha BRONG.

P. pseudo-bucklandi ANDR.

Callipteridium gigas GUTB.

Callipteris conferta STERNB.

Neuropteris planchardi ZEILL.

Taeniopteris multinervis WEISS

Annularia stellata SCHLOTH.

Stigmaria ficoides BRONG.

Lepidophloios sp.

Cordaïtes sp.

Knorria sp.

Au B. R. G. G. M. se trouvent plusieurs empreintes de *Callipteris conferta* correspondant à différentes régions de frondes (ce qui explique le polymorphisme dans lequel Zeiller, Weiss et d'autres auteurs anciens voyaient autant de variétés de l'espèce-type). La collection comprend en outre des pinnules de *N. planchardi* ZEILL. et un *Pecopteris* fructifié.

L'ensemble ne comprend qu'un petit nombre d'espèces. Des conclusions peuvent toutefois en être tirées : persistance d'un petit nombre d'espèces stéphanienues banales (*P. cyathea*, *P. polymorpha*, *A. stellata*, *Cordaïtes* sp.) ; présence de plusieurs formes fréquentes dans les assises du Stéphanien supérieur (*P. pseudo-bucklandi*, *P. candollei*, *N. planchardi*, *T. multinervis*) ; présence de nombreux *Callipteris* se rattachant toutefois tous à *C. conferta* STERNB. ; diversité des Conifères.

Si l'on compare ces caractères (en y comprenant les formes citées par P. Bertrand et Zeiller) à ceux de la flore-type du bassin d'Autun, on note des ressemblances indiscutables avec la flore de l'assise d'Igornay : persistance d'éléments apparus au Stéphanien supérieur et présence de *Callipteris conferta* à l'exclusion de toute autre espèce de ce genre.

On serait donc tenté d'attribuer la formation de Bert à l'assise d'Igornay et non à celles de Muse ou de Millery comme l'avaient supposé Zeiller, puis P. Bertrand.

En l'absence d'espèces vraiment caractéristiques, le polymorphisme et l'abondance de *Callipteris conferta* dès la base de la série, ainsi que la diversité des Conifères, confirment toutefois l'âge autunien de toute la formation. Il s'agit vraisemblablement d'un niveau correspondant à l'assise de Muse.

Par rapport au gisement voisin de Blanzky, le bassin de Bert se présente donc comme ayant eu son histoire propre : la sédimentation houillère n'y a commencé qu'à l'Autunien inférieur.

4. Bassin de Blanzky.

A. Autunien inférieur (?)

L'Autunien inférieur à *Callipteris conferta* a été jusqu'à présent assez mal identifié dans le bassin de Blanzky. Delafond [1902] avait déjà remarqué que les couches du bassin d'Autun et celles de Blanzky et du Creusot, semblent avoir été déposées dans des conditions différentes malgré la proximité des deux bassins. Dans l'Autunois, en effet, la formation est riche en schistes bitumineux et renferme de la houille exploitée ; la flore prend graduellement un caractère permien ; la faune ichthyologique y est particulièrement riche. Dans le bassin de Blanzky-Le Creusot, il

n'y a de schistes bitumineux que dans le Saxonien ; de plus la houille est rare et ne forme que des veinules non exploitables ; la flore a un caractère permien très accusé ; les restes de Poissons, qui sont assez fréquents dans certains niveaux stéphaniens, se font rares. Ces divergences de caractères nous incitent à penser, à la suite de Zeiller, que la zone inférieure de l'Autunien n'existerait pas dans le bassin de Blanzky, et que l'Autunien supérieur y serait seul représenté.

Pour P. Corsin, il y aurait une lacune du *Stéphanien supérieur*. Cette conclusion ressort également d'une note de MM. Feys et Greber [1950] sur le sondage de Sanvignes.

Lors d'un séjour à Montceau-les-Mines, j'ai pu examiner de nombreux échantillons ; j'ai consulté, grâce à M. Brucy, de nombreux documents inédits (rapports du B. R. G. G. M., compte rendu des visites).

1. FLORE DU SONDAGE DE SANVIGNES.

a) Une ZONE INFÉRIEURE (de 900-1 060 m) a donné les espèces suivantes :

<i>Pecopteris bioti</i> BRONG. (= <i>P. plumosa-dentata</i> BRONG.)	<i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOTH.
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Odontopteris reichi</i> (extrémités de pennes = <i>O. minor</i> de certains auteurs)
<i>P. daubreei</i> ZEILL.	<i>Linopteris germari</i> GIEB.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.
<i>P. unita</i> BRONG.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. waltoni</i> CORS.	<i>Sphenophyllum longifolium</i> GERM.
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG.	<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>Cordaïtes</i> sp.

Cet ensemble a été attribué par P. Corsin à la partie supérieure du Stéphanien moyen. Dans la première partie de ce travail ont été exposées les raisons qui inciteraient à modifier cette manière de voir et à classer la partie supérieure du Houiller de Montceau-Blanzky à la base du Stéphanien supérieur.

b) Dans une ZONE SUPÉRIEURE (de 700-920 m) on a déterminé :

<i>Callipteris naumanni</i> GUTB.	<i>Annularia stellata</i> SCHLOTH.
<i>Taeniopteris multinervis</i> WEISS	<i>Neuropteris</i> sp.
<i>Lesleya delafondi</i> ZEILL.	<i>Cordaïtes</i> et <i>Dorycordaïtes</i>
<i>Walchia piniformis</i> SCHLOTH. (débris)	graines diverses

La présence de *C. naumanni* indique un niveau assez élevé de l'Autunien, correspondant au moins à l'assise de Muse (Autunien moyen), peut-être à l'Autunien supérieur. Le petit nombre des espèces ne permet pas de formuler des conclusions plus précises.

L'ensemble de ces observations m'a conduit à admettre, dans la coupe du sondage de Sanvigne, une lacune de l'Autunien inférieur.

2. FLORE DE LA RÉGION DE PERRECY-LES-FORGES. — Dans cette région, le contact du Houiller avec le Permien se ferait par l'intermédiaire d'une faille dite « faille permienne ».

Dans un travers-bancs allant au puits n° 2, sous des grès attribués au Saxonien et traversés par le puits de Romagne, un certain nombre d'empreintes ont été récoltées et déterminées par Grand'Eury, puis par Zeiller. Pour Grand'Eury, les terrains situés au N de la faille seraient d'âge permien, vraisemblablement de la base du Saxonien. Zeiller hésite à attribuer ces couches au Saxonien plutôt qu'à l'Autunien. La présence de nombreux *Callipteris* dont *C. martinsi* GOEFF. du Permien supérieur (schistes du Mansfeld), à côté des formes typiquement stéphaniennes comme *Pseudomariopteris busqueti* et *O. minor*, est délicate à interpréter.

Le travers-bancs de Perrecy a permis à Schnaebelé de suivre les variations des caractères floristiques de part et d'autre de la faille. Les observations suivantes ont été consignées dans un rapport inédit que M. Pruvost a bien voulu me communiquer.

a) FLORE DES TERRAINS SITUÉS AU N DE LA FAILLE (formation attribuée au Permien par Grand'Eury, Delafond, Zeiller).

près du puits n° 1 :

<i>Pecopteris polymorpha</i> BRONG.	<i>Dicksonites sterzeli</i> ZEILL.
<i>Alethopteris costei</i> ZEILL. (douteux)	<i>Taeniopteris multinervis</i> WEISS
<i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOTH. (abondant)	<i>Annularia longifolia</i> BRONG.
<i>Odontopteris minor</i> BRONG. (très abondant)	<i>A. sphenophylloides</i> (rare)

à 100 m de la faille :

<i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOT.	<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>Neuropteris planchardi</i> ZEILL.	<i>Walchia piniformis</i> SCHLOTH. (douteux)
<i>Annularia longifolia</i> (abondant)	<i>Cordaites</i> sp.

à 85 m de la faille :

<i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOTH.	<i>Linopteris germari</i> GIEB.
<i>Taeniopteris multinervis</i> WEISS	

à 75 m de la faille :

<i>Pecopteris hemitelioides</i> BRONG.	<i>Annularia longifolia</i> BRONG.
<i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOTH.	

à 61 m de la faille :

<i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOTH.	<i>Cordaites</i> sp.
<i>Dicksonites sterzeli</i> ZEILL.	

Cette flore a des caractères stéphanien indiscutables. La présence de *T. multinervis*, de *N. planchardi* et la fréquence d'*O. minor* indiquent un niveau assez élevé du Stéphanien. Schnaebelé n'y a relevé aucune trace de *Callipteris* ; les échantillons de *Callipteris* déterminés par Zeiller proviennent donc vraisemblablement d'un niveau plus élevé, au voisinage de la couche 1.

b) FLORE DES TERRAINS SITUÉS AU S DE LA FAILLE :

Toit de la 3^e couche :

<i>Alethopteris grand'euryi</i> ZEILL. (?)	<i>Dicksonites sterzeli</i> ZEILL.
<i>Odontopteris minor</i> BRONG.	<i>Calamites</i> sp.
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB. (abondant)	

Toit de la 4^e couche : grès sans fossiles.

A 40 m de la 4^e couche :

<i>Callipteridium gigas</i> GUTB. (très abondant)	<i>Linopteris germari</i> GIEB.
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.	

A 140 m de la 4^e couche :

<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF.	<i>Cordaites</i> sp.
<i>Aphlebia</i> sp.	

Au S de la faille, la flore a donc des caractères stéphanien. L'absence de *T. multinervis* indiquerait un niveau plus bas que le précédent : Stéphanien moyen plutôt que supérieur.

La faille ne correspond donc à aucune discontinuité notable de la flore. Franchement stéphanienne au S de la faille, la flore présente les traits caractéristiques du Stéphanien supérieur au N ; il s'agit donc d'un accident sans importance, le passage du Houiller au Permien se faisant vrai-

semblablement plus haut, dans le puits n° 1, vers la couche n° 1. La diversité de *Callipteris* déterminés dans cette zone par Zeiller, particulièrement la présence de *C. martinsi* GOEPP., font admettre que ces terrains correspondent à un niveau assez élevé de l'Autunien. Comme dans la série recoupée par le sondage de Sanvigne, un Autunien bien caractérisé (moyen ou supérieur) semble recouvrir ici directement les assises du Stéphanien supérieur.

Dans les sondages de *Rozelay*, de *Mouillelongue* et de *Charmoy*, aucun changement de la flore ne marque une limite d'étage ou même un passage graduel d'un terrain à un autre.

3. *FLORE DU SONDAGE DE ROZELAY*. — Dans le sondage de Rozelay on a déterminé les espèces suivantes (rapport Schnaebelé) :

- | | |
|--|---|
| 107-109 m : <i>Pecopteris cyathea</i> SCHLOTH. | <i>Sphenopteris</i> sp. |
| <i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOTH. | <i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK. (très abondant) |
| <i>Dicksonites sterzeli</i> ZEILL. | <i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF. |
| <i>Odontopteris minor</i> BRONG. (très abondant) | <i>Sphenophyllum</i> sp. |
| <i>Zygopteris pinnata</i> GR. EU. | |
| 112-116 m : <i>Pecopteris cyatheoides</i> | |
| 354 m : <i>Callipteridium pteridium</i> SCHLOTH. | |
| 357 m : <i>O. minor</i> BRONG. | |

Cette flore correspond au sommet du Stéphanien moyen, peut-être, en partie, au Stéphanien supérieur. On n'y relève aucun caractère autunien.

4. *FLORE DU Puits DE CHATZEAU*. — P. Corsin a déterminé les espèces suivantes récoltées par C. Monomakhoff (rapport inédit) :

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Pecopteris cyathea</i> SCHLOTH. | <i>Mixoneura subcrenulata</i> ROST |
| <i>Alethopteris grandini</i> BRONG. | <i>Taeniopteris serrata</i> HALLE |
| <i>Callipteridium gigas</i> GUTB. | <i>Annularia stellata</i> SCHLOTH. |
| <i>Sphenopteris matheti</i> ZEILL. | <i>Calamites cisti</i> BRONG. |
| <i>Neuropteris pseudo-blissi</i> POT. | <i>Cordaites</i> sp. |

Les auteurs soulignent l'absence, dans cet ensemble, d'*Odontopteris minor*, espèce caractéristique du Stéphanien supérieur, niveau qu'indiquerait d'autre part, la présence de *N. pseudo-blissi*, *T. serrata*, *Sph. matheti*, *O. subcrenulata*. Il faut noter, par ailleurs, l'absence de *Callipteris* permettant d'attribuer avec certitude ces dépôts à l'Autunien. On peut admettre qu'il s'agit d'une zone correspondant à l'étage ambigu autuno-stéphanien de la Loire, à flore stéphanienne appauvrie (absence d'*O. minor*) mais ne refermant encore aucun *Callipteris*.

5. *FLORE DES SABLONS DE LA CARRIÈRE SAINT-AMÉDÉE*. — Dans la carrière Saint-Amédée, à Montceau, à 20 m environ au toit de la couche O, la série normale est profondément ravinée par des « sablons » dont la partie inférieure n'a pas livré de fossiles. Dans la première partie de ce chapitre, la flore du toit immédiat de la couche O a été attribuée au Stéphanien supérieur (présence d'*O. minor*, *Neuropteris*, *Sph. longifolium*, etc., p. 30). Dans la partie supérieure des sablons, P. Corsin a déterminé récemment les espèces suivantes (rapport inédit des Charbonnages de France).

6° BANQUETTE :

- | | |
|--|------------------------------------|
| <i>Pecopteris hemitelioides</i> BRONG. | <i>Pecopteridium costei</i> ZEILL. |
| <i>Neuropteris pseudo-blissi</i> POT. | <i>Aphlebia</i> sp. |

4^e BANQUETTE :*Aphlebia* sp.*Pecopteris* cf. *cyathea* SCHLOTH.*P. polymorpha* BRONG.*P. sp.**Neuropteris cordata* BRONG.*Ovopteris pecopteroides* LANDESKR.*Pseudomariopteris busqueti* ZEILL.*Linopteris germari* GIEB.*Dicksonites pluckeneti* SCHLOTH.

A ces formes bien caractérisées, il faut ajouter une empreinte mal conservée, déterminée par P. Corsin comme *Callipteris* cf. *moureti* (?). La présence de cette espèce au sein d'une flore encore typiquement stéphanienne est surprenante, et difficile à interpréter. Il s'agit en effet d'une forme qui paraît cantonnée habituellement dans la partie supérieure de l'Autunien (Brive-Lodève). Or, P. Pruvost a pu constater que le ravinement de la série des Carrières par les sablons est un accident local : il n'y aurait donc pas de contact anormal entre le Stéphanien supérieur de la couche O et l'Autunien supérieur (sablons). Les observations faites dans les sondages de Sanvignes et de Rozelay seraient en faveur d'une telle interprétation.

La présence de *Callipteris* n'ayant pas été confirmée jusqu'à présent par des empreintes plus caractéristiques, il semble plus logique d'attribuer aux sablons l'âge ambigu autuno-stéphanien, comme l'indiquent les autres éléments de la flore.

6. FLORE DU TRAVERS-BANCS DE L'ÉTAGE 427 m DU PUIITS MAGNY. —

Delafond s'était demandé si les couches rencontrées par ce travers-bancs au delà de la faille du Magny ne devaient pas être attribuées au Permien inférieur. A 590 m de la faille, ces dépôts passent en effet, sans accident visible, des terrains à faciès houiller à des grès rouges probablement saxoniens.

La flore de ces couches, étudiée par Zeiller [1890], ne comprend que des formes stéphanienues, *Neuropteris planchardi*, *Mixoneura subcrenulata*, *Pseudomariopteris busqueti*, *Alethopteris grandini*, *Linopteris brongniarti* et *L. germari*... Elle ne semble pas renfermer de *Callipteris*. Zeiller attribua donc cet ensemble à la partie la plus élevée de la zone supérieure de Blanzy, c'est-à-dire à l'étage des Calamodendrées.

Le travers-bancs a été prolongé depuis par des travaux et l'ensemble de la flore a été revu par P. Corsin (rapports inédits, Archives des Houillères du bassin de Blanzy).

Une première zone, s'étendant sensiblement de 200 à 400 m de la faille, est caractérisée par les formes suivantes : *Pecopteris polymorpha* BRONG., *Alethopteris grandini* BRONG., *Odontopteris reichi* GUTB., *Linopteris brongniarti* GUTB., *L. germari* GIEB.

De 400 à 480 m, une deuxième zone comprend : *Pecopteris cyathea* SCHLOTH., *P. oreopteridia* BRONG., *P. polymorpha* BRONG., *Odontopteris reichi* GUTB.

Dans une troisième zone, de 500 à 521 m, on a récolté : *Pecopteris cyathea* SCHLOTH., *P. polymorpha* BRONG., *Callipteris raymondi* ZEILL., *Dicksonites pluckeneti* SCHLOTH.

Ces dépôts devraient donc correspondre au Permien inférieur, en raison de la présence de *Callipteris* ; *C. raymondi* indiquerait même un niveau assez élevé de l'Autunien.

J'ai pu examiner l'échantillon attribué à cette espèce (n° 117 de la collection du Musée houiller des Houillères à Montceau). L'empreinte, correspondant à un fragment de fronde de très grandes dimensions, ne paraît pas être un *Callipteris*. Elle présente d'incontestables affinités avec l'échantillon de Commentry attribué par Zeiller à *Zygopteris pinnata* GR. EU. et figuré dans l'atlas de la flore de ce bassin [Zeiller, 1888, pl. XXXII, fig. 5-7]. C'est donc à *Z. pinnata* et non au genre *Callipteris* qu'il faut attribuer l'échantillon du travers-bancs.

Il s'agit ainsi d'une flore stéphanienne banale. Aucun élément ne permet de la rattacher à l'Autunien.

Les sondages récents du Crié et du Ponsard ont montré que, dans la région de Perrecy, le Stéphanien passe à l'Autunien par l'intermédiaire d'une zone ambiguë dépourvue de fossiles caractéristiques et aux caractères pétrographiques variables. La flore [Grangeon, Feys et Greber, 1955] comprend plus particulièrement les espèces suivantes : *Taeniopteris multinervis* WEISS, *Odontopteris subcrenulata* ROST, *O. reichi* GUTB., *Pecopteridium costei* ZEILL., *Callipteridium gigas* GUTB., *Neuropteris planchardi* ZEILL., *Walchia piniformis* SCHLOTH.

Les auteurs y signalent en outre une aile d'Insecte du genre *Phylloblatta* HANDL. (en cours d'étude par D. Laurentiaux).

CONCLUSION. — L'existence d'un Autunien inférieur à *Callipteris conferta* dans le bassin de Blanzay est encore mal établie. Les listes du sondage de Montmaillot n° 2 (Autunien à *C. conferta*, *W. piniformis*, *T. multinervis*, déterminés par P. Bertrand) sont encore trop réduites pour permettre d'en tirer quelque argument.

Au sondage de Sanvignes, on a rencontré de 700 à 920 m des couches à *C. naumanni* qui pourraient représenter l'assise de Muse, mais il faudra attendre de nouveaux travaux pour préciser ce point. En tout cas, en d'autres régions du bassin (Perrecy-les-Forges, Carrière Saint-Amédée), le passage du Stéphanien supérieur à l'Autunien supérieur se ferait graduellement par l'intermédiaire d'une assise autuno-stéphanienne, où la présence de *Callipteris* n'a pas encore été constatée.

B. Autunien supérieur.

Dans le bassin de Blanzay et du Creusot, l'Autunien supérieur est divisé en plusieurs lambeaux discontinus.

A Charmoy, il occupe une surface relativement étendue. Ce sont des schistes fins, très micacés, de couleur noirâtre ou jaune sale, renfermant des passées de calcaire dolomitique et des veinules de houille. Le sondage de Charmoy a montré que cette formation, dont l'épaisseur atteint près de 1 000 m, est complètement stérile.

Des schistes identiques à ceux de Charmoy s'observent près du hameau de Courmarcou, près de l'Échenault et du Grenouillat, où ils ont été traversés par un sondage récent sur plus de 900 m d'épaisseur.

Près de l'étang du Martenet, les schistes sont micacés, fissiles, de couleur brun jaunâtre ; on les retrouve près du hameau de « Puits » et près d'un étang voisin de ce dernier.

A Vandenesse, sur la rive droite de l'Arroux, on observe une puissante formation de schistes noirs et fissiles.

Les « schistes de Charmoy » ont été attribués par Grand'Eury [1877] à un niveau permien assez élevé.

Se basant sur l'abondance des *Callipteris* et des *Walchia*, Zeiller [1906] les a rangés dans l'Autunien supérieur, et tout au sommet de cet étage.

Je n'ai pu effectuer de récolte sur les gisements mais j'ai examiné de nombreuses empreintes provenant de ce bassin à l'École des Mines de Paris, dans les collections du Musée de la Société d'Histoire naturelle d'Autun et au Musée houiller des Mines de Blanzay à Montceau-les-Mines.

1. SCHISTES DE CHARMOY. — On y détermine :

Pecopteris cf. grandifolia FONT. et WHITE
P. oreopteridia BRONG.
Alethopteris minuta ZEILL.
Callipteris conferta STERNB.
C. cf. flabellifera WEISS

Callipteris naumanni GUTB.
C. raymondi ZEILL.
Odontopteris dufrenoyi BRONG.
O. subcrenulata ROST
Neuropteris zeilleri DE LIMA

Taeniopteris multinervis WEISS
Lebachia frondosa REN.
L. hypnoides GOEPP.
L. piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)
L. (W.) schneideri ZEILL.
L. (W.) schlotheimi BRONG. et REN.
Ernestiodendron filiciforme FLOR. (SCHLOTH. pars)

Gomphostrobus bifidus GEIN.
Ullmannia frumentaria GOEPP.
Annularia spicata GUTB.
A. stellata SCHLOTH.
Baiera raymondi REN.
 nombreuses graines.

2. PRÈS DE COURMARCOU. — On a récolté :

Odontopteris subcrenulata ROST
Lebachia hypnoides GOEPP.

Lebachia piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)
Ernestiodendron filiciforme FLOR. (SCHLOTH.) pars

3. ÉTANG DE MARTENET. — Les affleurements ont donné :

Callipteris conferta STERNB.
C. raymondi ZEILL.
Odontopteris obtusa BRONG.
O. subcrenulata ROST
Taeniopteris cf. abnormis GUTB.
T. fallax GOEPP.
T. multinervis WEISS
Baiera raymondi ZEILL.
cf. Ginkgo (Ginkgoites) martenensis ZEILL.

Cordailes sp.
Annularia stellata SCHLOTH.
Lebachia hypnoides GOEPP.
L. piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)
L. (W.) schneideri ZEILL.
Ernestiodendron filiciforme FLOR. (SCHLOTH. pars)
Trichopitys heterophylla SAP.
 graines variées.

4. A VANDENESSE. — On a récolté un petit nombre d'empreintes déterminables :

Odontopteris subcrenulata ROST
Lebachia hypnoides GOEPP.

Lebachia piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)
Ernestiodendron filiciforme FLOR. (SCHLOTH. pars)

5. PRÈS DE TOULON-SUR-ARROUX. — On a reconnu :

Callipteris conferta STERNB.
C. julieri ZEILL.
C. raymondi ZEILL.
Odontopteris subcrenulata ROST
Calamites suckowi BRONG.
Cordailes sp.

Lebachia laxifolia FLOR.
L. piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)
Gomphostrobus bifidus GEIN.
Artisia sp.
Arthropitus sp.
Trichopitys heterophylla SAP.

6. LE BUISSON ET LES LOLLIER. — On y a récolté :

Odontopteris subcrenulata ROST
Calamites gigas BRONG.

Lebachia piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)
Gomphostrobus bifidus GEIN.

Il faut ajouter à ces listes les espèces de la zone b du sondage de Sanvignes, déjà citées p. 55.

Dans son ensemble, cette flore se caractérise par la rareté des espèces stéphaniennes (*A. stellata*, *O. subcrenulata*...); une certaine diversité des *Callipteris* qui sont représentés à la fois par des formes sphénoptéridiennes et par des espèces du type *C. conferta*; le développement du genre *Taeniopteris* et plus particulièrement des formes à fronde simple, de type *T. multinervis*; la fréquence et la variété des Conifères (9 espèces représentées); la présence de quelques formes spéciales (*Baiera*, *cf. Ginkgo*, *Ullmannia*), voisines de celles qui caractérisent la flore du Zechstein.

Le tableau V montre les affinités indéniables qui rapprochent la flore de la formation des schistes de Charmoy de celle de Millery, type de l'Autunien supérieur. Il est cependant important de souligner la présence dans cet ensemble de formes qui annoncent la flore du Zechstein. Dans un chapitre ultérieur on tentera d'expliquer ce curieux caractère. De plus, Zeiller a signalé dans

des couches traversées par le puits de Romagne et attribuées au Permien, la présence de *C. martinsi* également caractéristique de la flore du Zechstein [Gothan, 1935 c].

Il ne m'a pas été possible de juger de la valeur de cette détermination. Quoi qu'il en soit, la présence de *C. martinsi* ou d'une forme voisine confirmerait le caractère de la flore des schistes de Charmoy, caractère qui la rapproche de la végétation si particulière des schistes de Mansfeld.

5. Bassin de Decize.

L'Autunien n'affleure pas dans le bassin de Decize. Un Saxonien rouge recouvre en discordance les dépôts houillers au N et au S de la Machine.

Les exploitations (puits des Lacets) et les nombreux sondages de reconnaissance ont toutefois recoupé des dépôts qui semblent devoir lui être attribués.

Dans la collection des plantes fossiles conservée au siège de l'exploitation de la Machine se trouvent plusieurs empreintes provenant du puits des Lacets (niveaux 315 et 350) ; il s'agit des espèces suivantes : *Pecopteris plumosa-dentata* BRONG. (*P. bioti*), *Odontopteris subcrenulata* ROST, *Callipteris nicklesi* ZEILL. (non *lyratifolia* GOEPP.), *Dicranophyllum gallicum* GR. EU., *Poacordaites* sp.

Cette flore est sans conteste autunienne. La présence de *C. nicklesi* ZEILL., représenté à 315 et à 350 m, indique un niveau assez élevé de l'Autunien, correspondant aux ardoises de Lodève, d'où provient le type de cette espèce.

ÉTAGES STRATIGRAPHIQUES	DECIZE	BLANZY	CARACTÈRES GÉNÉRAUX
Saxonien	Phase orogénique saalienne		Grès et argiles rouges.
Autunien supérieur	Puits des Lacets 315-350 m	Assise du Bois-de-Verne	Schistes bitumineux à écailles et débris de Poissons, <i>Callipteris</i> variés.
Autunien inférieur à <i>C. conferta</i>	?	?	
Étage autuno-stéphaniien sans <i>C. conferta</i>	Assise de Marcy	Assise de Perrecy	Faciès houiller, flore à <i>N. planchardi</i> , <i>P. costei</i> , <i>O. subcrenulata</i> , sans <i>O. minor</i> ni <i>Callipteris</i> .
Séphanien supérieur	Assise de la Machine (partie supérieure : faisceau des Meules)	Assise des Carrières (partie supérieure : couches 1 et 0)	Flore à <i>Sphenopteris</i> , <i>Neuropteris</i> , <i>O. minor</i> , <i>P. elaverica</i> , <i>P. pinnatifida</i> , <i>Sph. longifolium</i> .
Stéphaniien moyen (partie supérieure)	Assise de la Machine	Assise des Carrières (couches 2-3) schistes bitumineux	Flore stéphaniienne typique à <i>O. reichi</i> .
Stéphaniien moyen	Assise de Verneuil (faisceau productif de Marcy IV)	Assise de Blanzv Conglomérat	
	Culm et granite	Socle cristallin	

TABEAU IV. — Corrélatiions stratigraphiques probables dans les bassins permo-houillers de Blanzv et de Decize.

Les sondages de Marcy n'ont fourni que des empreintes assez fragmentaires de *Walchia* sp. et de *Callipteris conferta* associées à des débris de Poissons. Les preuves sont insuffisantes pour permettre d'affirmer que les dépôts sont autuniens inférieur ou supérieur.

Dans le sondage de Germancy, au SW de la Machine (à une profondeur de 798 m), on a déter-

miné un fragment de fronde de *C. cf. jutieri* ZEILL. dans une formation qui, à première vue, semblait correspondre à un niveau assez bas (Stéphanien moyen). Or, le type de cette espèce, qui se cantonne dans les assises les plus élevées de l'Autunien, a été récolté dans les schistes bitumineux de Millery (Autun).

P. Pruvost et C. Monomakhoff (rapport inédit) ont supposé qu'il y avait en certains points de ce bassin, une superposition de deux séries stratigraphiques identiques, les paquets de terrains ayant glissé les uns sur les autres par le jeu de failles plates. Le sondage de Germancy aurait traversé une telle succession, ce qui expliquerait la présence d'une flore stéphanienne classique au-dessus du niveau à *Callipteris jutieri*.

Quoi qu'il en soit, cette découverte confirme l'existence d'un niveau autunien bien caractérisé, correspondant au moins à l'Autunien moyen et peut-être à l'Autunien supérieur.

6. Bassin de Lodève.

A l'E de la Montagne Noire, dans la région de Lodève, le Permien occupe une vaste surface. Le Permien inférieur est discordant sur les phyllades du Cambrien. Dans le ravin des Yeuses, près de Lodève, le long de la route qui conduit de Lodève à Soumont, on voit la série suivante, déjà décrite par Bergeron [1889] :

1. UN CONGLOMÉRAT, dans lequel on reconnaît les éléments des schistes et des calcaires sous-jacents. Ce conglomérat rappelle certaines assises de la région occidentale du bassin de Graissessac ; aussi Bergeron l'avait-il assimilé d'abord à un conglomérat houiller ; mais il rectifia plus tard son opinion. Aux environs de la Tuilière, cette assise de base atteint 10 m d'épaisseur.

Le conglomérat peut faire défaut quand l'Autunien repose directement sur le Stéphanien, comme à l'E du bassin de Graissessac, près de Camplong. L'Autunien viendrait alors en stratification concordante sur le Stéphanien. Mais la présence du Stéphanien supérieur dans cette région n'a pas encore été vérifiée.

2. Au conglomérat de base font suite des SCHISTES BITUMINEUX NOIRS, à écailles de Poissons (Acanthoïdes) et à débris de Stégocéphales. La superposition de cet horizon au conglomérat est particulièrement nette près de la Blaquière, à l'E du bassin.

Les schistes noirs renferment des amandes de calcaire noir et compact. Ils ont fourni quelques empreintes de Fougères et de nombreuses *Walchia* (Bergeron). On y observe souvent des plages de coloration jaunâtre ou violette, dues peut-être à des oxydations des sels de fer. L'épaisseur de la formation est de 30 m environ.

3. La série se termine par des SCHISTES GRÊSEUX ou « schistes de Lodève ». Ils sont plus ou moins dolomitiques et se présentent en grandes dalles qui sont exploitées comme ardoises. Aux environs de Lodève, leur épaisseur atteint une cinquantaine de mètres. Ils plongent vers le S et sont recouverts, en concordance, par les grès et les marnes rouges du Permien moyen. Sur le bord septentrional du bassin, ils sont transgressifs sur le conglomérat de base. A Soumont, ils reposent directement sur le Cambrien. On y a récolté la riche flore qui a fait la réputation du gisement.

1. LES SCHISTES NOIRS sont riches en débris de Poissons et de Stégocéphales. Par contre, ils ne renferment que de rares empreintes végétales. Ni Bergeron, ni Zeiller n'ont signalé la présence de plantes dans cette formation. Bergeron [1889] y mentionne cependant de nombreux débris de *Walchia*.

Une petite collection d'empreintes en provenance du bassin de Lodève, conservée au Musée houiller de Lille, semble provenir de cet horizon. Les schistes bitumineux de couleur foncée qui les renferment présentent par endroits des plaques violettes, caractéristiques de ce niveau. Mais en l'absence de toute indications précises cette attribution ne peut être faite qu'avec de grandes réserves. La liste comprend les espèces suivantes :

Pecopteris feminaeformis SCHLOTH.
P. polymorpha BRONG.

Pecopteris truncata ROST
Alethopteris grandini BRONG.

Callipteridium cf. pteridium SCHLOTH.
Sphenopteris cf. casteli ZEILL.
Zygopteris pinnata GR. EU.
Annularia sphenophylloides ZENK.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Calamites cruciatus GOEPP.

Sphenophyllum longifolium GERM.
Sigillaria brardi BRONG.
Asolanus camptotaenia WOOD
Syringodendron sp.
Potonia sp.
Halon sp.

Cet ensemble, qui ne peut donner qu'une faible idée de la végétation, présente des caractères nettement stéphaniens. On ne peut donc admettre qu'elle provienne effectivement de la série de Lodève : les indications sont vraisemblablement erronées. Mais comme les étiquettes de la collection portent « Lodève », il m'a semblé utile de la mentionner pour éviter toute confusion ultérieure.

2. *LES SCHISTES GRÉSEUX*, qui reposent en stratification concordante sur les schistes bitumineux, sont par contre extrêmement riches en empreintes végétales.

Ils furent d'abord rapportés au Keuper par Dufrenoy (cité dans Bergeron [1889]); Brongniart souligna les affinités de la flore avec celle du Houiller et assimila la formation aux calcaires du Mansfeld (Zechstein) (cité dans Bergeron [1889]). Pour Fournet et Graff [1849], l'horizon de Lodève était semblable à celui d'Autun, qui fut classé par Fournet dans le Zechstein. Cette opinion prévalut jusqu'à la publication de l'ouvrage de Grand'Eury [1877] : le niveau des ardoises de Lodève y était assimilé au Rothliegende moyen de Saxe et considéré comme légèrement supérieur aux schistes bitumineux d'Autun (Millery). Bergeron, tout en confirmant le parallélisme qui existe entre ces niveaux et ceux de Saxe, les attribua au Permien inférieur ou Autunien [1889].

La « flore ptéridologique de Lodève » fit l'objet d'une description détaillée due à Zeiller [1898]. Plus récemment, A. Carpentier [1931-1932] s'est attaché à l'étude de certains Végétaux particulièrement caractéristiques de cette formation et Florin (1938-1940) y décrivit de nombreuses Conifères.

Les échantillons sont très bien conservés et présentent une grande finesse de détail. J'ai eu l'occasion d'en examiner un grand nombre à la Faculté des Sciences de Montpellier, au Musée houiller de Lille, au laboratoire de Géologie de la Sorbonne et à l'École des Mines de Paris. Une course sur les affleurements m'a permis de vérifier l'extraordinaire fréquence de certaines formes. L'ensemble des déterminations a permis d'identifier une soixantaine d'espèces :

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
P. hemitelioides BRONG.
Callipteridium rochei ZEILL.
Callipteris bergeroni ZEILL.
C. conferta STERNB.
C. diabolica ZEILL.
C. flabellifera WEISS
C. jutieri ZEILL.
C. lodevensis BRONG.
C. moureti ZEILL.
C. nicklesi ZEILL.
C. naumanni GUTB.
C. pellati ZEILL.
C. strigosa ZEILL.
Odontopteris dufrenoyi BRONG.
O. obtusa BRONG.
O. osmundaeformis SCHLOTH.
O. subcrenulata ROST
Neuropteris sp.
Rhacopteris sp.

Taeniopteris abnormis GUTB.
T. fallax GOEPP.
Taeniopteris multinervis WEISS
Lebachia frondosa REN.
L. goeppertiana FLOR.
L. hypnoides BRONG.
L. intermedia FLOR.
L. laxifolia FLOR.
L. parvifolia FLOR.
L. piniiformis FLOR. (SCHLOTH. pars)
L. piniiformis var. *solmsi* FLOR.
Walchia (L.) *bertrandi* FLOR.
W. (L.) gallica FLOR.
W. (L.) schlotheimi BRONG. et REN.
Ernestiodendron filiciforme FLOR. (SCHLOTH. pars)
Walchia (E.) *arnhardti* FLOR.
Walchianthus sp.
Walchiosirobus (L.) *gothani* FLOR.
W. elongatus FLOR.
W. (L.) lodevensis FLOR.

Walchiostrubus sp. c, sp. d, sp. e
Gomphostrobus bifidus GEIN.
Trichopitys heterophylla SAP.
Sphenophyllum sp.
Ginkgophyllum grasseti SAP.
Baiera sp.
Ginkgoites lodevensis nov. sp.

Sphenobaiera sp.
 cf. *Chiropteris* ?
Sigillaria brardi BRONG. var. *spinulosa*
Potoniea sp.
Cordaïtes sp.
Annularia stellata SCHLOTH.

Cette flore se caractérise dans son ensemble par : la persistance de quelques espèces stéphanienues extrêmement rares (*P. cyathea*, *A. stellata*...) ; la fréquence et la diversité des *Callipteris* représentés par 12 espèces différentes (il faut noter que la plupart des formes ont des frondes très découpées et s'écartent de *C. conferta*) ; la variété et l'abondance des Conifères qui se répartissent dans une vingtaine de formes, la plupart d'entre elles étant inconnues au Stéphanien ; enfin, la fréquence et le développement des *Taeniopteris* à frondes simples dont certaines atteignent de très grandes dimensions.

L'âge autunien supérieur de cette formation ne peut donc laisser de doute. La comparaison avec la flore-type de l'assise de Millery ne fait que confirmer cette attribution (tabl. V, p. 72), mais ce tableau fait aussi apparaître les caractères originaux de la flore du gisement de Lodève. C'est sans conteste la flore autunienne la plus riche en espèces ; de plus, le nombre de formes stéphanienues y est plus réduit que dans la flore de Millery.

Parmi les traits originaux de la végétation de Lodève, on remarque plus particulièrement la présence de certaines formes dont les affinités avec la flore du Thuringien sont indéniables. Il faut citer en particulier les formes *incertae sedis* se rattachant au genre *Baiera*. Elles sont assez fréquentes à Lodève et se répartissent en plusieurs espèces. Il y a, de plus, des plantes dont les feuilles ressemblent à celles des *Ginkgo*, il s'agit d'un rameau portant des feuilles semblables à celles décrites sous le nom de *Ginkgo martenensis* au gisement de l'étang du Martenet. J'ai décrit cette empreinte sous le nom de *Ginkgoites lodevensis*.

D'autres empreintes se rapprochent plutôt des genres *Ginkgophyllum* et *Sphenobaiera* de la flore de l'Angara, et *Chiropteris* de la flore cathaysienne. De telles formes caractérisent la flore du Zechstein (Thuringien).

Ces affinités avec la flore du Zechstein ont été signalées, au cours de cette étude, dans la flore de l'Autunien supérieur du bassin de Blanzey. Il y a donc là une parenté étroite entre les flores de Lodève et celles de Charmoy (voir tableau V, p. 72).

7. Bassin de Neffièz et Roujan.

Au N de Neffièz (Hérault), une série comparable à celle de Lodève forme une étroite bande de terrain entre le Houiller et les grès rouges saxoniens qui le recouvrent. Cet ensemble comprend, comme à Lodève, un conglomérat de base, des schistes bitumineux et des schistes gréseux qui couronnent la série.

Dans les schistes gréseux on a relevé les espèces suivantes :

Callipteris nicklesi ZEILL.
Lebachia hypnoides BRONG.
L. laxifolia FLOR.

Ernestiodendron filiciforme FLOR. (SCHLOTH. pars)
E. (Walchia) arnhardti FLOR.
Gomphostrobus bifidus GEIN.

Malgré le petit nombre des espèces, l'analogie avec la flore des schistes gréseux de Lodève est évidente. On note en particulier la présence de *L. laxifolia* et de *E. arnhardti* qui sont des formes caractéristiques de l'Autunien de Lodève. Il s'agit donc bien à Neffièz d'une formation contemporaine de celle de Lodève, comme l'avait d'ailleurs affirmé Bergeron [1885 et 1889].

8. Combelade (Aveyron).

Sur le versant sud-est du massif du Lézou, en bordure du lambeau houiller de la Devèze, Bergeron a signalé une formation de schistes bitumineux et gréseux qu'il attribua à l'Autunien [Bergeron, 1889]. Ces dépôts, d'aspect identique à ceux de Lodève, sont recouverts à l'E par des grès rouges du Saxonien. Dans une ardoisière située dans le ravin de Combelade, MM. Feys et Greber ont récolté plusieurs empreintes parfaitement conservées, qu'ils ont bien voulu mettre à ma disposition. Dans les collections du B. R. G. G. M., j'ai pu examiner, de plus, quelques échantillons qui avaient été récoltés par M. Rouire dans la même carrière.

J'ai ainsi déterminé les espèces suivantes :

Callipteris conferta STERNB.

C. jutieri ZEILL.

C. polymorpha STERZ.

C. strigosa ZEILL.

Odontopteris subcrenulata ROST

Odontopteris sp. (aff. *O. dufrenoyi* BRONG.)

Walchia (L.) *piniformis* FLOR. (SCHLOTH. pars)

Ernestiodendron filiciforme SCHLOTH.

Walchiostrobus sp.

Cette flore se distingue essentiellement par : la présence de plusieurs espèces de *Callipteris* ; la fréquence des empreintes de Conifères et l'absence de formes stéphaniennes qui ne sont représentées que par *O. subcrenulata*.

Il s'agit donc incontestablement d'une formation contemporaine des schistes gréseux de Lodève, donc d'âge autunien supérieur. Il faut toutefois attirer l'attention sur la présence, dans l'Autunien de Combelade, de *C. polymorpha* STERZEL, espèce inconnue dans tous les autres gisements du Massif Central français (l'empreinte de la Corrèze, attribuée par Zeiller à *C. polymorpha* n'est qu'un *C. conferta* à grandes pinnules plus ou moins pinnatifides). Le type de l'espèce de Sterzel provient de Saxe, et Gothan pensait qu'elle était propre aux dépôts d'Europe centrale dépourvus de *C. conferta* [in Potonié, 1903-1913].

Les échantillons de Combelade (empreintes et contre-empreintes) sont d'une netteté remarquable et leur détermination spécifique ne peut laisser de doute.

9. Bassins des Vosges.

A. Bassin de Ronchamp.

Le faisceau houiller du bassin de Ronchamp comprend deux ensembles de couches dont l'âge a été précisé récemment par G. Mathieu [1947, 1949 a, 1950].

1. L'assise inférieure ou *assise de Mourière* est d'âge stéphanien inférieur (flore de Rive-de-Gier), et non du Culm comme l'avaient affirmé certains auteurs.

2. L'assise supérieure, ou *assise de Ronchamp*, est concordante sur les dépôts de Mourière. La flore offre d'incontestables affinités avec celle de la partie inférieure de l'étage de Saint-Étienne.

Ainsi, les déterminations de G. Mathieu ont confirmé les notes de voyage de Grand'Eury [1877] qui avait attribué le faisceau de Ronchamp à « l'étage intermédiaire entre celui de Rive-de-Gier et les couches de Saint-Étienne ».

Dans le fonçage du « Puits Arthur de Buyer » M. Mieg [1901] a reconnu, sous les grès rouges du Permien supérieur, « une alternance de poudingues violacés et d'argilolithes avec empreintes de feuilles de *Cordaites* » qu'il attribuait à la base du Permien. Ces argilolithes (18 m environ) reposent sur le faisceau supérieur de Ronchamp, par l'intermédiaire d'une formation plus gros-

sière : « 44 à 56 m de grès et poudingues violacés avec quelques brèches ». Ces dépôts n'auraient pas fourni « de tiges silicifiées, mais seulement quelques empreintes de feuilles de Cordaïtées ».

D'autre part, Vélain et A. Michel-Lévy [1910] ont décrit des argilolithes (tufs grossièrement stratifiés) de coloration verte, rouge, lie de vin ou violette, intimement liées à des coulées rhyolitiques. Près du Val d'Ajol, ces argilolithes renferment le célèbre gisement de troncs silicifiés : Fougères (*Psaronius*), *Calomodendron*, Conifères qui ont permis de rattacher la formation à l'Autunien (*Walchiopremnon val d'ajolense* [*Lebachia* ?] MOUGEOT).

Dans le bassin de Ronchamp, la formation se trouve sous les grès rouges et atteint son maximum d'épaisseur à l'W du bassin. La flore est, par places, assez bien conservée : *P. acuta*, *P. cyathea*, *Sph. angustifolium*, *Callipteris conferta*, *A. stellata*, *A. radiata*, *Ast. tenuifolium*, *Calamites gigas*, feuilles et rameaux de *Cordaïtes* ; elle offre une remarquable association d'espèces stéphanienues avec celles de l'Autunien inférieur.

Sur les fragments d'argilolithe du Musée Nicklès à Nancy, G. Mathieu a déterminé *O. reichi*, *P. cyathea*, *Sphenopteris* sp., *A. stellata*. Se basant sur ces déterminations et sur la fréquence de *P. cyathea* et des *Cordaïtes*, il attribua à cette formation l'âge stéphanien moyen (étage des Cordaïtées de Grand'Eury). Il admet en effet qu'une lacune du Stéphanien supérieur à Ronchamp serait incompatible avec le mélange de flore signalé par Vélain et A. Michel-Lévy. Il considère donc la présence de *Callipteris conferta* comme une exception et en déduit que, dans cette région, le genre *Callipteris* et le genre *Walchia* auraient fait leur apparition très tôt, dès le Stéphanien moyen, pour émigrer ensuite, au Stéphanien supérieur et à l'Autunien, vers les autres bassins. Je n'ai malheureusement pas eu la possibilité de vérifier les déterminations effectuées sur la flore des argilolithes, ni de confirmer la présence de *Callipteris*. Je n'ai pas pu observer le détail de la coupe de A. Buyer qui, selon G. Mathieu, montre l'alternance des schistes colorés et des schistes noirs *sans aucune discordance*, mais il me paraît indispensable de reprendre les arguments paléobotaniques qui fondent les affirmations de cet auteur.

La révision des flores permo-carbonifères d'un grand nombre de bassins a montré qu'il existe des espèces banales qui ont débuté à la base du Stéphanien, parfois au sommet du Westphalien, et qui ont persisté jusqu'au sommet de l'Autunien. Parmi ces formes, *P. cyathea*, *A. stellata*, les *Cordaïtes* et les *Poacordaïtes* sont plus répandues. On ne peut donc s'appuyer sur leur présence pour attribuer une formation au Stéphanien plutôt qu'à l'Autunien inférieur, si elles ne sont pas accompagnées de quelques espèces plus caractéristiques. Parmi ces dernières, *O. reichi* cité par G. Mathieu est une forme mal définie : on se demande en effet à l'heure actuelle si *O. reichi* et *O. minor* ne sont pas des parties différentes d'une même espèce. Dans ce cas, la fréquence de l'une ou de l'autre forme serait dépourvue de signification stratigraphique.

De plus, la persistance d'un grand nombre d'espèces stéphanienues, en même temps qu'apparaissent les premiers *Callipteris conferta*, caractérise bien les niveaux de l'Autunien inférieur, comme l'indique l'étude de la flore type des schistes d'Igornay. Enfin, si *Callipteris conferta* débute à Ronchamp dès le Stéphanien moyen, comme l'admet G. Mathieu, il serait logique de le voir apparaître au Stéphanien supérieur dans les bassins environnants ; or, à Albé et en Sarre, on le voit naître assez tard, dans des formations autuniennes mieux caractérisées.

Du point de vue paléontologique, et en l'état actuel de nos connaissances sur la flore, les arguments paraissent insuffisants pour classer les argilolithes rouges dans le Stéphanien plutôt que dans l'Autunien inférieur.

Du point de vue stratigraphique, G. Mathieu pense qu'il est difficile d'admettre une lacune en l'absence de conglomérats indiquant le début d'un nouveau cycle sédimentaire. Dans ce cas particulier, les observations n'ont pu être faites que dans des limites assez restreintes : l'absence de conglomérats de base au Puits A de Buyer n'exclut pas l'existence de ce conglomérat en un

autre point du bassin. On sait actuellement que les formations houillères changent souvent de faciès sur une même horizontale. A Autun, on voit ainsi les poudingues (Mt-Pelé) passer latéralement à des schistes houillers (Grand'Molloy) puis à des schistes bitumineux (Igornay), pour ne citer qu'un exemple particulièrement spectaculaire.

En attendant la découverte d'autres éléments floristiques, il semble donc que la formation des argilolithes de Ronchamp est d'âge autunien inférieur comme l'avaient affirmé M. Mieg, Vélain et A. Michel-Lévy. La présence de *C. conferta* et la persistance d'un grand nombre de formes stéphaniennes permet de préciser qu'il s'agit de la partie inférieure de l'Autunien (étage d'Igornay).

Il y aurait une lacune de l'Autunien moyen et supérieur. Les gros conglomérats de Ronchamp, de teinte rouge-violacé, qui surmontent les argilolithes à *Cordaites*, marqueraient le début de la transgression du Permien supérieur (Saxonien).

B. Bassins de Villé-Triembach et d'Albé.

Faisant suite aux couches d'Albé, dont la flore a été étudiée au chap. II, p. 35, l'assise de Triembach comprend environ 70 m de sédiments. Son attribution au Permien inférieur n'a jamais été mise en doute, mais les différents auteurs l'ont placée tantôt à la base de cette formation, tantôt à des niveaux plus élevés (suivant que les couches d'Albé étaient classées dans le Stéphanien ou dans le Permien inférieur).

L'assise de Triembach débute par des poudingues à galets de rhyolite ; elle se continue par des arkoses, des schistes verts ou violacés, quelquefois charbonneux. A la base, dans les poudingues, on a trouvé de nombreux troncs silicifiés.

Elle est recouverte par l'assise de Meisenbuckel, formée de lits cinéritiques, d'argiles et de brèches sédimentaires, renfermant surtout des éléments d'origine volcanique. L'ensemble atteint une épaisseur de 60 m environ.

La série se termine par un ensemble de conglomérats et de grès de type « Rothliengendes » : l'assise de Kohlbüchel.

Dans l'assise de Triembach, plusieurs gisements fossilifères sont connus depuis longtemps ; d'autres ont été reconnus dans la tranchée de la route Saint-Maurice-Triembach-Villé.

1. A L'W DE VILLÉ. — Près du lieu dit « Teufelsbrunnen » (Fontaine du diable), de nombreuses empreintes ont été récoltées par Boulay [1879], Zeiller [1894 b] et Renouard [1936]. Quelques-unes, particulièrement caractéristiques, sont conservées dans les collections de l'École des Mines de Paris.

On y a déterminé :

Pecopteris candollei BRONG.

P. cyathea SCHLOTH.

P. daubreei ZEILL.

P. monyi ZEILL.

P. oreopteridia BRONG.

P. plumosa-dentata BRONG.

P. polymorpha BRONG.

P. unita BRONG.

Callipteridium gigas GUTB.

C. rochei ZEILL.

Callipteris conferta STERNB.

Odontopteris subcrenulata ROST

Neuropteris cf. matheroni ZEILL.

Neuropteris planchardi ZEILL.

N. zeilleri DE LIMA

Linopteris germari GIEB.

Cyclopteris sp.

Ovopteris pecopteroides LANDESKR.

Taeniopteris jejuna GR. EU.

T. multinervis WEISS

Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.

Sph. thoni MARH

Annularia stellata SCHLOTH.

Calamites cannaeformis SCHLOTH.

Plagiozamites planchardi (REN.) ZEILL.

Lebachia piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)

<i>Ernestiodendron filiciforme</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)	<i>Cordaïtes</i> sp.
<i>Gomphostrobus bifidus</i> GEIN.	<i>Poacordaïtes</i> sp.
<i>Trichopitys heterophylla</i> SAP.	nombreuses graines et épis fructifères

2. *DANS LA CARRIÈRE D'ALBÉ*, les schistes fossilifères ont donné une flore qui ne diffère que très peu de la précédente. Elle comprend :

<i>Pecopteris oreopteridia</i> BRONG.	<i>Taeniopteris multinervis</i> WEISS
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Sphenophyllum thoni</i> MAHR
<i>P. pseudo-bucklandi</i> ANDR.	<i>Annularia stellata</i> SCHLOTH.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>Lebachia goeppertiana</i> FLOR.
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.	<i>L. piniiformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>Callipteris conferta</i> STERNB.	<i>Ernestiodendron filiciforme</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>Odontopteris subcrenulata</i> ROST	<i>Gomphostrobus bifidus</i> GEIN.
<i>Linopteris germari</i> GIEB.	<i>Cordaïtes</i> sp.
<i>Cyclopteris</i> sp.	<i>Cardiocarpus</i> sp.
<i>Dicksonites pluckeneti</i> SCHLOTH.	nombreuses graines
<i>Ovopteris pecopteroides</i> LANDESKR.	

Ces deux listes présentent les caractères suivants : persistance d'un grand nombre d'espèces stéphanienues ; présence de quelques formes caractéristiques de la flore du Stéphanien supérieur (*Sph. thoni*, *P. monyi*, *T. multinervis*) ; fréquence et diversité des Conifères et présence de *Callipteris conferta*, genre considéré comme exclusivement autunien.

L'ensemble de cette flore présente d'incontestables affinités avec celle de l'assise d'Igornay, flore-type de l'Autunien inférieur (tabl. III). L'âge autunien inférieur de cette flore ne saurait être contesté et il faut souscrire à l'opinion de Zeiller qui avait attribué les couches de Teufelsbrunnen au « Rothliengende inférieur », partie la plus basse du Permien, et les avait parallélisées avec les niveaux de Kusel, du Plauensche Grund, de Stockheim et d'Igornay.

Il est intéressant de noter la présence dans les couches de Teufelsbrunnen de deux espèces de l'Autunien inférieur de Buçaco (Portugal) : *N. zeilleri* DE LIMA et *Plagiozamites planchardi* REN. (ZEILL.). *N. zeilleri* est déjà connu dans le Stéphanien supérieur de Blanzay ; *Plagiozamites planchardi*, qui est particulièrement abondant à Teufelsbrunnen, a été récolté dans les niveaux du Stéphanien supérieur de Blanzay et de Commentry.

3. *PRÈS DU VILLAGE DE TRIEMBACH*, à droite de la route qui conduit à Villé, on a récolté les éléments d'une flore qui paraît, de prime abord, très différente des précédentes.

On y a déterminé :

<i>Pecopteris daubreei</i> ZEILL.	<i>Sphenopteris</i> sp.
<i>Callipteris conferta</i> STERNB.	<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>C. flabellifera</i> WEISS	<i>Annularia stellata</i> SCHLOTH.
<i>C. julieri</i> ZEILL.	<i>Cordaïtes</i> sp.
<i>C. naumanni</i> GUTB.	<i>Lebachia piniiformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>Odontopteris subcrenulata</i> ROST	<i>Ernestiodendron filiciforme</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>Neuropteris</i> sp.	<i>Gomphostrobus bifidus</i> (GEIN.) ZEILL.
<i>Cyclopteris</i> sp.	Nombreux débris de Conifères indéterminables
<i>Taeniopteris fallax</i> GOEPP.	graines
<i>T. multinervis</i> WEISS	

Comparée aux listes précédentes, cette flore se distingue par plusieurs caractères : diminution notable des formes stéphanienues qui ne sont plus représentées que par quelques témoins (*P. daubreei*, *A. stellata*, *Sph. oblongifolium*) ; diversité des *Callipteris* qui sont représentés par quatre

espèces au moins ; fréquence des *Taeniopteris* à fronde simple (*T. multinervis* et *T. fallax* ; *T. abnormis* cité par certains auteurs semble être identique à *T. multinervis*) ; pour Benecke, ces formes constitueraient par endroits de véritables amas « Gesteinsbildend » ; enfin, abondance de Conifères dont beaucoup d'échantillons sont malheureusement très fragmentaires.

La rareté des formes stéphaniennes, la diversité des *Callipteris* (en particulier la présence de *C. flabellifera* WEISS) et le développement des *Taeniopteris* incitent à rapprocher cet ensemble de la flore de Millery : *partie supérieure de l'Autunien*.

On peut donc résumer dans le tableau suivant la succession des couches de ces bassins.

Assise de Triembach	{ 3. couches supérieures de Triembach	Autunien supérieur (assise de Millery)
	{ 2. couches de Teufelsbrunnen	Autunien inférieur (assise d'Igornay)
Assise d'Albé	1. couches d'Albé	Stéphanien supérieur, passage à l'Autunien

10. Bassin sarro-lorrain.

1. ASSISE DE KUSEL. — L'assise de Kusel comprend environ 130 m de sédiments. Elle débute par un conglomérat de 1,50 m d'épaisseur. Concordante sur l'assise de Breitenbach, au S de la Prims, elle est transgressive sur le bord septentrional où les couches supérieures reposent directement sur le Dévonien (d'après P. Pruvost [1934]).

Les conglomérats de base renferment surtout des galets de quartz et de quartzites ; la formation se continue par des arkoses et des schistes rouges. Quelques veines de houille alternent avec des bancs calcaires plus ou moins dolomitiques. La série se termine par un complexe schisto-gréseux de couleur grise ou rouge avec des passées bitumineuses.

Tous les auteurs (Weiss, Potonié, P. Bertrand) ont été unanimes pour attribuer cette formation au Permien inférieur (Autunien) (cités dans P. Pruvost [1934]). Les bancs gréseux ont fourni de nombreux troncs silicifiés ; leur étude détaillée a permis de les attribuer à des Conifères.

Dans les passées schisteuses on a récolté une flore assez pauvre, comprenant :

<i>Pecopteris cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Annularia spicata</i> GUTB.
<i>P. elaverica</i> ZEILL.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. cf. oreopteridia</i> BRONG.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> CORS. (ZEILL.)	<i>Calamites suckowi</i> BRONG.
<i>Callipteris conferta</i> STERNB.	<i>Lebachia parvifolia</i> FLOR.
<i>C. lyratifolia</i> GOEPP.	<i>L. piniiformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>Odontopteris subcrenulata</i> ROST	<i>Ernestiodendron filiciforme</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF.	<i>Gomphostrobus bifidus</i> GEIN.
<i>Sph. verticillatum</i> SCHLOTH.	<i>Tylodendron speciosum</i> WEISS
<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.	<i>Cordaites</i> sp.

Cette flore diffère notablement de celle de l'assise de Breitenbach : les espèces stéphaniennes deviennent très rares (*P. cyathea*, *P. elaverica*, *A. stellata*, *A. sphenophylloides*...) ; on constate également la fréquence et une certaine diversité des Conifères (5 espèces représentées) et il faut souligner enfin, la présence de *Callipteris conferta*, ainsi que l'apparition d'une autre espèce de *Callipteris* (*C. lyratifolia*).

La diminution du nombre des formes stéphaniennes et la fréquence de *C. conferta* permettent d'attribuer la formation de Kusel, sans contestation, à l'*Autunien inférieur*. Mais la présence de *Callipteris lyratifolia* GOEPP. indique un niveau plus élevé qui serait sensiblement équivalent des couches de Muse dans la formation autunienne typique (cf. p. 47). La comparaison des deux flores (tabl. V) n'est pas dépourvue d'intérêt.

L'attribution de l'assise de Kusel à un niveau « autunien moyen » permet de préciser l'âge

de la formation sous-jacente de Breitenbach. Si, comme les auteurs l'ont observé, les couches de Kusel sont concordantes sur celles de Breitenbach, ces dernières se seraient déposées, du moins en partie, au début de la période autunienne. Mais les *Callipteris* ne seraient venus que plus tard, en présentant très rapidement une certaine diversité. L'étude de la flore de l'assise de Breitenbach en a souligné le caractère mixte, permo-houiller. Celui-ci se trouve confirmé par l'observation de la flore de Kusel. L'assise de Breitenbach semble donc bien représenter l'ensemble du Stéphanien supérieur et de l'Autunien inférieur.

2. *ASSISE DE LEBACH.* — L'assise de Lebach repose sur les couches rouges de la formation de Kusel. Elle comprend une masse de 300 m de sédiments : schistes gris et noirs, parfois bitumineux, alternant avec des grès micacés et feldspathiques gris ou jaunâtres. Les couches inférieures sont gréseuses ; dans les couches supérieures dominent les schistes. Les grès renferment de nombreux nodules de sidérose qui ont fait l'objet d'une exploitation durant la première moitié du siècle dernier. Ces nodules recèlent souvent des restes d'animaux, Poissons ou Stégocéphales. Ces fossiles, remarquablement bien conservés, sont justement célèbres ; on doit leur découverte au mineur H. von Dechen, et leurs premières descriptions à Goldfuss [in Guthörl, 1948]. Les nodules des couches de Lebach renferment aussi des restes végétaux, moins fréquents que les fossiles animaux, mais aussi bien conservés. L'attribution de cette formation à l'« Unterthliegende » (Permien inférieur) n'a jamais été contestée.

Il est toutefois intéressant de reprendre l'étude de la flore de cette formation, en tenant compte des progrès réalisés dans le domaine de la paléobotanique depuis les études de Weiss [1869] et de Potonié [1903-1913]. J'ai pu examiner de nombreux échantillons conservés dans la collection de l'École des Mines de Sarrebrück, ce qui m'a permis de dresser la liste suivante :

<i>Pecopteris cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Lebachia goeppertiana</i> FLOR.
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	<i>L. laxifolia</i> FLOR.
<i>Callipteris conferta</i> STERNB.	<i>L. mitis</i> FLOR.
<i>C. flabellifera</i> WEISS ?	<i>L. mucronata</i> FLOR.
<i>C. lyratifolia</i> GOEPP.	<i>L. parvifolia</i> FLOR.
<i>C. naumanni</i> GUTB.	<i>L. piniformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>C. nicklesi</i> ZEILL.	<i>L. speciosa</i> FLOR.
<i>C. raymondi</i> ZEILL.	<i>Ernestiodendron filiciforme</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>C. subauriculata</i> WEISS	<i>Walchia</i> (E.) <i>arnhardti</i> FLOR.
<i>Odontopteris obtusa</i> BRONG.	<i>Gomphostrobus bifidus</i> GEIN.
<i>O. subcrenulata</i> ROST	<i>Tylodendron speciosum</i> WEISS
<i>Ovopteris decheni</i> WEISS	<i>Walchiostrobus</i> sp.
<i>Taeniopteris multinervis</i> WEISS	<i>Calamites</i> sp.
<i>Lebachia angustifolia</i> FLOR.	

Le caractère saillant de cette flore est de toute évidence la grande diversité des Conifères. Le seul genre *Lebachia* (qui tire son nom du gisement de Lebach) est représenté par 8 espèces ; des formes stéphanien, comme dans la formation précédente, il ne reste que deux ou trois espèces ; il faut enfin remarquer la diversité des *Callipteris*, qui comprennent 6 espèces, et la présence de *Taeniopteris multinervis*, genre inconnu dans les couches inférieures (Stéphanien supérieur, Autunien inférieur et moyen). Tous ces caractères confirment l'attribution de cette assise à la partie supérieure de l'Autunien.

La comparaison de l'ensemble de cette flore à celle de l'Autunien supérieur (type du bassin d'Autun) en fait ressortir les traits originaux (tabl. V). Ceux-ci résident avant tout dans la présence d'un ensemble de Conifères qui paraissent être spéciales à cette formation. Comme au Stéphanien supérieur, il y a, à l'Autunien, des associations végétales caractéristiques de chaque

bassin. Leur étude critique fera l'objet d'un chapitre spécial, où l'on essayera aussi de dégager les affinités entre les flores des diverses régions. On cherchera, de plus, à préciser les causes qui déterminent la répartition géographique particulière des diverses espèces.

Conclusions.

L'Autunien est donc un ensemble hétérogène, formé de deux étages dont les flores présentent entre elles de notables différences.

1. *L'AUTUNIEN INFÉRIEUR*. — Le type de cette formation est l'assise des schistes bitumineux d'Igornay (bassin d'Autun). Sa flore comprend encore une majorité d'espèces stéphanienues. On y voit apparaître quelques rares formes permienues (*Dicksonites leptophylla*, *Lesleya delafondi*, *Callipteridium rochei*...) ainsi que les premiers représentants du genre *Callipteris* (*C. conferta* STERNB.). Elle a donc de profondes racines dans la flore stéphanienne, de sorte qu'il serait arbitraire de l'en isoler. Elle ne diffère de la flore de l'étage autuno-stéphanien que par la présence de *Callipteris conferta*. Les observations faites dans les bassins d'Autun et dans le Permo-Houiller de Brive montrent que l'étage autuno-stéphanien et l'Autunien inférieur à *C. conferta* ne sont que deux faciès différents d'un même étage stratigraphique. Dans d'autres gisements, les deux faciès ne coexistent pas et le passage du Stéphanien supérieur au Permien se fait, soit par l'intermédiaire de l'Autuno-Stéphanien, soit par l'intermédiaire de l'étage à *Callipteris conferta* (Brive).

2. *L'AUTUNIEN MOYEN ET SUPÉRIEUR*. — La flore de cet ensemble (représenté à Autun, à Lodève, à Blanzv, dans les Vosges et en Sarre) présente des caractères entièrement nouveaux. Les grandes familles de plantes carbonifères ont à peu près disparu et ne sont représentées que par quelques témoins attardés ; les *Callipteris* y atteignent un développement considérable (on en connaît plus de vingt espèces différentes) ; les Conifères apparues dès la base du Stéphanien avec quelques rares exemplaires se diversifient et se multiplient (les genres *Lebachia* et *Ernestiodendron* groupent une vingtaine d'espèces, les nombreux débris indéterminables spécifiquement témoignent d'une grande abondance de ces Végétaux). Des *Taeniopteris* à grandes frondes simples, se rattachant à *T. mullinervis*, se substituent aux formes pennées de type *T. jejuna*. De plus, on voit apparaître des plantes nouvelles : *Baiera*, *Ginkgophyllum*, *Ginkgoites*, types précurseurs de la flore mésozoïque.

Il s'agit donc d'une flore qui n'a que peu de rapports avec la flore stéphanienne. Elle se distingue de la flore du Permien supérieur de Russie par la persistance de quelques rares formes stéphanienues (*O. subcrenulata*, *P. oreopteridia*, *P. densifolia*...) et surtout par la diversité des *Callipteris* à pinnules linéaires, de type *C. nicklesi*, *C. lyratifolia*. Elle s'en rapproche au contraire par l'abondance des Conifères et des grands *Taeniopteris*, ainsi que par la présence de *Baiera*, *Ginkgoites*, *Ginkgophyllum* ; mais la flore du Permien classique possède en propre des Végétaux qui sont inconnus tant dans les flores autunienues que dans la flore thuringienne.

La flore de l'Autunien moyen et supérieur présente donc des caractères originaux qui l'éloignent sensiblement des flores stéphanienues, en justifiant l'autonomie de la formation autunienne.

L'Autunien inférieur, contemporain de l'étage ambigu de Grand'Eury, correspondrait par contre aux assises terminales du Stéphanien.

ESPÈCES VÉGÉTALES REPRÉSENTÉES	Autunien inférieur (= Autunien moyen classique)				Autunien supérieur								
	Autun : assise de Mûse	Blanz	Bert	Sarre : assise de Kiesel	Autun : assise de Millery	Brive	Blanz	Lodève	Planioles	Neffiez et Roujan	Combelade	Vosges : Triembach	Sarre : assise de Lebach
<i>Pecopteris candollei</i> BRONG..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. cyathica</i> SCHLOTH.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. daubreei</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. densifolia</i> GOEPP.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. claverica</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. cf. grandifolia</i> FONT. et WHITE.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. hemitelioides</i> BRONG.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORB.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. polymorpha</i> BRONG.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. pseudo-bucklandi</i> ANDR..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alethopteris minuta</i> ZEILL..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. rochei</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Callipteris bergeroni</i> ZEILL..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. bibractensis</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. conferta</i> STERNB.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. curretiensis</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. diabolica</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. flabellifera</i> WEISS.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. julieri</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. lodevensis</i> BRONG.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. lyratifolia</i> GOEPP.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. martinsi</i> GERM.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. moureti</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. naumanni</i> GUTB.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. nicklesi</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. pellati</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. polymorpha</i> STERZ.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. raymondi</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. strigosa</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. subauriculata</i> WEISS.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odontopteris dufrenoyi</i> BRONG.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>O. duponti</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>O. obtusa</i> BRONG.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>O. osmundaeformis</i> SCHLOTH. (<i>O. schlotheimi</i> BRONG.)..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>O. subcrenulata</i> ROST.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neuropteris planchardi</i> ZEILL.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. zeilleri</i> DE LIMA.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. germari</i> GIEB.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicksonites beyrichi</i> WEISS..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. leptophylla</i> BUNB.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ovopteris decheni</i> WEISS....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taeniopteris abnormis</i> GUTB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. fallax</i> GOEPP.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. multinervis</i> WEISS.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lesleya delafondi</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ESPÈCES VÉGÉTALES REPRÉSENTÉES	Autunien inférieur (= Autunien moyen classique)				Autunien supérieur								
	Autun : assise de Mûse	Blanz	Bert	Sarre : assise de Kiesel	Autun : assise de Millery	Brive	Blanz	Lodève	Planioles	Neffiez et Roujan	Combelade	Vosges : Triembach	Sarre : assise de Lebach
<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sph. tenuifolium</i> FONT. et WHITE.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sph. thoni</i> MAHR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sph. verticillatum</i> SCHLOTH..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. spicata</i> GUEB.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. stellata</i> SCHLOTH.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asterophyllites dumasi</i> ZEILL.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. equisetiformis</i> SCHLOTH..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calamites gigas</i> BRONG.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. leioderma</i> GUTB.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. suckowi</i> BRONG.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cordaites lingulatus</i> GR. EU.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dorycordaites</i> sp.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lebachia angustifolia</i> FLOR..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. bertrandi</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. frondosa</i> REN.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. gallica</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. goeppertiana</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. hypnoides</i> BRONG.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. intermedia</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. laxifolia</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. mitis</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. mucronata</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. parvifolia</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. piniformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars).....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. piniformis</i> var. <i>solmsi</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. schlotheimi</i> BRONG et REN.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. schneideri</i> ZEILL.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. speciosa</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ernestiodendron arnhardti</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. filiciforme</i> (SCHLOTH. pars) FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Walchiostrobus elongatus</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>W. gothani</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>W. lodevensis</i> FLOR.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphostrobus bifidus</i> GEIN.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tylodendron speciosum</i> WEISS.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ullmannia frumentaria</i> GOEPP.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Baiera raymondi</i> REN.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphenobaiera</i> sp.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ginkgoites lodevensis</i> nov. sp.....	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. martenensis</i> ZEILL. (REN.).	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ginkgophyllum grasseti</i> SAP..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichopitys heterophylla</i> SAP.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLEAU V.

CHAPITRE IV

COMPARAISON AVEC D'AUTRES FLORES PERMO-CARBONIFÈRES

1. Flores euraméricaines.

Il paraît de quelque intérêt de comparer les observations effectuées dans les bassins autuno-stéphanien français et sarro-lorrains à la flore de divers gisements d'Europe occidentale que je n'ai pu visiter personnellement.

PORTUGAL. — 1. STÉPHANIEN. Les couches attribuées au Stéphanien affleurent sur les deux rives de la vallée du Douro. C. Teixeira [1944] y a déterminé une flore abondante indiquant un niveau assez élevé du Stéphanien moyen. La liste citée par Teixeira comprend :

<i>Pecopteris arborescens</i> SCHLOTH.	<i>Sphenopteris sampaina</i> TEIX.
<i>P. bioti</i> BRONG.	<i>Rhacopteris gomesiana</i> TEIX.
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Taeniopteris bertrandiana</i> TEIX.
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.	<i>T. jejuna</i> GR. EU.
<i>P. hemitelioides</i> BRONG.	<i>Sphenophyllum costae</i> STERZ.
<i>P. lepidorachis</i> BRONG.	<i>Sph. longifolium</i> GERM.
<i>P. viannae</i> TEIX. (= <i>P. pinnatifida-waltoni</i> CORS. (ZEILL.))	<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Sph. thoni</i> MAHR
<i>P. unita</i> BRONG.	<i>Sph. verticillatum</i> SCHLOTH.
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG.	<i>Annularia gigas</i> TEIX.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>A. sphenophylloides</i> ZENK.
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>Odontopteris brardi</i> BRONG.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>O. genuina</i> GR. EU.	<i>A. longifolius</i> STERNB.
<i>Neuropteris cordata</i> BRONG.	<i>Equisetites zaeaeformis</i> ANDR.
<i>N. planchardi</i> ZEILL.	<i>Calamites cisti</i> BRONG.
<i>N. zeilleri</i> DE LIMA	<i>C. suckowi</i> BRONG.
<i>Mixoneura auriculata</i> BRONG.	<i>C. waldenburgensis</i> KIDST.
<i>M. neuropteroides</i> GOEPP.	<i>Lebachia parvifolia</i> FLOR.
<i>Linopteris germari</i> GIEB.	<i>Ernestiodendron filiciforme</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>Dicksonites sterzeli</i> ZEILL.	<i>Dicranophyllum lusitanicum</i> DE LIMA (HEER)
<i>Pseudomariopteris ribeyroni</i> ZEILL.	<i>D. gallicum</i> GR. EU.
<i>Ovopteris pecopteroides</i> LANDESKR.	<i>Plagiozamites planchardi</i> (REN.) ZEILL.
<i>Sphenopteris matheti</i> ZEILL.	<i>Cordaites</i> sp.
<i>Sph. mendes-correae</i> TEIX.	<i>Sigillaria brardi</i> BRONG.
	nombreuses graines

Cette végétation est sans conteste stéphanienne. Comme l'a souligné Teixeira, elle renferme un grand nombre d'espèces qui se rencontrent fréquemment dans les couches du Stéphanien moyen, à Saint-Étienne et dans le Gard.

On y remarque de plus les particularités suivantes : des espèces spéciales qui ne présentent pas d'intérêt stratigraphique (*T. bertrandiana*, *C. waldenburgensis*, *Rhacopteris gomesiana*...); il est

à noter que *P. viannae* TEIX. est, sinon identique, du moins un très proche parent de *P. waltoni* P. CORSIN (*P. pinnatifida* ZEILL. non GUTBIER), espèce stéphanienne particulièrement abondante dans les assises du Stéphanien supérieur de Decazeville et de Brive ; un certain nombre de formes identiques à celles qui constituent l'essentiel de la flore du Stéphanien supérieur des bassins du Massif Central français. Ainsi : *Mixoneura auriculata* BRONG. (= *O. subcrenulata* ROST), *Neuropteris planchardi* ZEILL., *N. zeilleri* DE LIMA, *Sphenopteris matheti* ZEILL., *Sphenophyllum costae* STERZ., *Sph. longifolium* GERM., *Sph. thoni* MAHR, *Plagiozamites planchardi* ZEILL. (REN.).

La présence de ces espèces indique soit un niveau très élevé du Stéphanien moyen soit, plus vraisemblablement, le Stéphanien supérieur.

2. AUTUNNIEN. Dans la région de Buçaco, Teixeira a décrit une formation qu'il a attribuée à l'Autunien. La flore comprend un grand nombre d'espèces ; ses caractères ont amené l'auteur à mettre en parallèle cette formation avec l'Autunien de Blanzzy, d'Autun, de Lodève, de Triembach sans en préciser le niveau. La végétation de Buçaco comprend les éléments suivants, déterminés par Teixeira [1944] :

Pecopteris bioti BRONG.

P. bussacensis TEIX.

P. cyathea SCHLOTH.

P. cf. daubreei ZEILL.

P. hemitelioides BRONG.

P. polymorpha BRONG.

P. unita BRONG.

Callipteridium gigas GUTB.

C. pteridium SCHLOTH.

Callipteris conferta STERNB.

Odontopteris brardi BRONG.

O. minor BRONG.

O. osmundaeformis SCHLOTH.

Neuropteris crenulata BRONG.

N. planchardi ZEILL.

N. zeilleri DE LIMA

Mixoneura neuropteroides GOEPP.

Linopteris neuropteroides f. *latenervosa* TEIX.

Dicksonites leptophylla BUNB.

D. sterzeli ZEILL.

Pseudomariopteris ribeyroni ZEILL.

Ovopteris pecopteroides LANDESKR.

Taeniopteris jejuna GR. EU.

T. multinervis WEISS

Sphenophyllum angustifolium GERM.

Sph. oblongifolium GERM. et KAULF.

Sph. thoni MAHR

Annularia sphenophylloides ZENK.

A. stellata SCHLOTH.

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.

Calamites suckowi BRONG.

Cordaites borassifolius STERNB.

C. renaulti DE LIMA

Lebachia goeppertiana FLOR.

L. laxifolia REN.

L. parvifolia FLOR.

Cette flore présente des affinités indiscutables avec celle des schistes d'Igornay, celle du Houiller de Bert, celle des grès inférieurs de Brive et celle des couches inférieures de Triembach.

On y remarque en effet : une certaine abondance des formes stéphanienues typiques, de nombreuses espèces caractéristiques du Stéphanien supérieur, la présence de *C. conferta* STERNB. et l'absence de toutes les autres formes de *Callipteris*.

Comme l'affirmait Teixeira, il s'agit donc bien de l'Autunien inférieur à *Callipteris conferta*, formation que je propose de placer au sommet du Stéphanien.

ITALIE. — La flore des dépôts permo-carbonifères de Toscane a été étudiée par de Stefani [1901]. Les formations de Jano et de la Traina ont été attribuées au Stéphanien ; celles de Monte-Vignale, à l'Autunien. L'examen des planches de cet ouvrage m'a permis de modifier certaines déterminations.

STÉPHANIEN. La flore stéphanienne comprend :

Pecopteris cyathea SCHLOTH.

P. daubreei ZEILL.

Pecopteris feminaeformis SCHLOTH.

P. pinnatifida-waltoni (ZEILL.) CORS.

<i>Pecopteris plumosa-dentata</i> BRONG.	<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>P. unita</i> BRONG.	<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.
<i>Alethopteris florentina</i> DE STEF.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>Callipteridium connatum</i> WEISS	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>Odontopteris jani</i> DE STEF. (<i>O. genuina</i> GR. EU. ?)	<i>Calamites suckowi</i> BRONG.
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.	<i>Cordaïtes</i> sp.
<i>Cyclopteris</i> sp.	<i>Sigillaria brardi</i> BRONG.
<i>Dicksonites beyrichi</i> WEISS	<i>Lepidodendron</i> sp.
<i>Taeniopteris jejuna</i> GR. EU.	<i>Aphlebia</i> sp.

Cet ensemble présente des caractères stéphaniens indéniables. On ne peut affirmer avec certitude qu'elle est d'âge stéphaniens supérieur, comme l'indiquerait la présence de *D. beyrichi*, *P. pinnatifida*, *Sph. matheti* et *Sph. angustifolium*.

AUTUNIEN. La flore du gisement de Monte-Vignale, attribuée à l'Autunien, comprend les espèces suivantes :

<i>Pecopteris cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Dicksonites beyrichi</i> WEISS
<i>P. daubreei</i> ZEILL.	<i>Taeniopteris multivernis</i> WEISS
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORS.	<i>Lesleya cochii</i> DE STEF.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Lebachia piniformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>P. unita</i> BRONG.	<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.
<i>P. fructifié</i>	<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>Callipteris conferta</i> STERN.	<i>Calamites leioderma</i> GUTB.
<i>Odontopteris dufrenoyi</i> BRONG.	<i>Plagiozamites</i> sp.
<i>O. subcrenulata</i> ROST	<i>Lepidodendron</i> sp.
<i>Neuropteris zeilleri</i> DE LIMA	<i>Cordaïtes</i> sp.
<i>Linopteris germari</i> GUTB.	<i>Aphlebia</i> sp.

Le fond de cette flore est formé d'espèces stéphaniennes. Elles ne diffèrent d'une flore du Stéphanien supérieur que par la présence de *C. conferta* STERN. *Callipteris neesi* ZEILL., citée par de Stefani, est en réalité un fragment de penne pinnatifide de *C. conferta*. La formation de Monte-Vignale est donc du même âge que celle de Buçaco. C'est l'étage autunien inférieur à *C. conferta* dont le type est représenté par les schistes bitumineux d'Igornay.

ALLEMAGNE. — 1. FORÊT-NOIRE. Le Permo-Carbonifère de la Forêt-Noire a été étudié par Sterzel [1875-1907] qui le compara aux formations voisines des Vosges. Il attribua les gisements suivants au Houiller supérieur : la partie supérieure du Carbonifère de Baden-Baden, les dépôts de Hohengeroldseck près de Lahr et les couches inférieures de Hinterohlsbach. Les couches de Lalaye, dans les Vosges, étaient classées par cet auteur dans la même formation.

L'Autunien inférieur (Unterrothliegendes inférieur, équivalent des couches de Kusel) comprendrait : les dépôts d'Oppenau, la partie supérieure des couches de Hinterohlsbach et la partie inférieure du Permien de Baden-Baden. La partie supérieure de ces mêmes dépôts constituerait l'Autunien supérieur (équivalent des couches de Lebach).

Il ne m'a pas été possible d'étudier en détail ces gisements : les affleurements fossilifères sont rares et masqués par la végétation. Les collections de Sterzel sont perdues. Toutes les recherches entreprises auprès des universités de la région pour retrouver des échantillons provenant de ces gisements sont restées sans succès. Je me suis donc contentée de faire une étude critique des travaux de Sterzel : ils m'ont conduite à attribuer au Stéphanien supérieur et à l'étage autuno-stéphanien les formations classées par Sterzel dans l'Autunien inférieur et parallélisées avec les

couches d'Albé, dans les Vosges (dépôts inférieurs de Baden-Baden, série d'Oppenau, couches supérieures d'Hinterohlsbach).

La flore de cet étage comprend les espèces suivantes :

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Dicksonites pluckeneti</i> SCHLOTH.
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	<i>Sphenopteris</i> cf. ? <i>matheti</i> ZEILL.
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORS.	<i>Sph. thoni</i> MAHR
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG.	<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. unita</i> BRONG.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>Callipteridium connatum</i> WEISS	<i>Calamites cisti</i> BRONG.
<i>C. gigas</i> GUTB.	<i>C. suckowi</i> BRONG.
<i>Odontopteris duponti</i> ZEILL.	<i>Lebachia piniiformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)
<i>O. reichi</i> GUTB. (<i>O. minor-zeilleri</i> ?)	<i>Dicranophyllum</i> sp.
<i>O. subcrenulata</i> ROST	<i>Dolerophyllum pseudo-peltatum</i> GR. EU.
<i>Neuropteris planchardi</i> ZEILL.	<i>Pterophyllum</i> aff. <i>Pt. fayoli</i> REN.
<i>Linopteris germari</i> GIEB.	nombreuses graines
<i>Cyclopteris</i> sp.	

Cette flore est semblable à celle qui caractérise l'assise d'Albé dans le bassin de Triembach et que j'ai considérée comme appartenant à la fois au Stéphanien supérieur, sans doute assez réduit, et à l'Autuno-Stéphanien, dépourvu de *C. conferta*.

La partie supérieure des dépôts de Baden-Baden comprend :

<i>Callipteris conferta</i> STERNB.	bois sicilifié de type <i>Dadoxylon</i>
<i>Taeniopteris</i> sp.	graines de <i>Rhabdocarpus</i> , <i>Trigonocarpus</i> , <i>Cardiocarpus</i>
<i>Calamites cruciatus</i> BRONG.	
<i>Walchia piniiformis</i> SCHLOTH.	

Elle correspondrait à la formation à *C. conferta*, mais les fossiles sont trop rares pour permettre de l'affirmer avec certitude.

2. THURINGE. Dans les formations de Thuringe attribuées au Permien, Potonié [1893, 1897 et 1903-1913] a relevé la présence des formes suivantes :

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Odontopteris minor</i> BRONG. (?)
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG.	<i>O. osmundaeformis</i> SCHLOTH.
<i>A. subelegans</i> FRANK.	<i>O. subcrenulata</i> ROST
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.	<i>L. germari</i> GIEB.
<i>Callipteris conferta</i> STERNB.	<i>Ovopteris decheni</i> WEISS
<i>C. flabellifera</i> WEISS	<i>O. weissi</i> POT.
<i>C. jutieri</i> ZEILL.	<i>Sphenophyllum oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>C. lyratifolia</i> GOEPP.	<i>Sph. thoni</i> MAHR
<i>C. martinsi</i> GERM.	<i>Sph. verticillatum</i> SCHLOTH.
<i>C. naumanni</i> GUTB.	<i>Aphlebia dissoluta</i> POT.
<i>C. scheibei</i> GOTH.	

L'ensemble de ces flores, groupées sans précisions stratigraphiques, indique la présence de Stéphanien supérieur classique, d'un niveau à *C. conferta* et d'un Autunien typique caractérisé par la présence de plusieurs variétés de *Callipteris* dont certaines, comme *C. scheibei* GOTH. et *C. flabellifera* WEISS, possèdent des frondes très découpées. Il faut souligner, de plus, l'existence de *C. martinsi* GERM., espèce caractéristique du Permien supérieur du Zechstein. En France, cette espèce apparaît dès l'Autunien supérieur dans les dépôts du bassin de Blanzay. *C. scheibei* est une espèce voisine de *C. lyratifolia* GOEPP. et de *C. bergeroni* ZEILL.

3. BASSIN DE ZWICKAU (SAXE). Potonié donne la liste suivante en provenance du Permo-Houiller de Zwickau (Saxe) :

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Callipteris polymorpha</i> STERZ.
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.	<i>Odontopteris alpina</i> POT. (<i>O. genuina</i> GR. EU.)
<i>Alethopteris subelegans</i> FRANK.	<i>O. brardi</i> BRONG.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>O. reichi</i> GUTB. (<i>O. minor-zeillerei</i> ?)
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.	<i>O. subcrenulata</i> ROST
<i>Callipteris conferta</i> STERNB.	<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB.
<i>C. flabellifera</i> WEISS	<i>L. germari</i> GIEB.
<i>C. naumanni</i> GUTB.	

Comme en Thuringe, on se trouve là en présence d'un niveau terminal du Stéphanien, caractérisé par la présence de *O. reichi* (*O. minor-zeillerei* ?), *P. feminaeformis* et *P. candollei*, *C. pteridium*, *O. brardi*, *O. alpina*, espèces qui disparaissent à peu près complètement à l'Autunien.

De plus, la présence de *C. naumanni*, *C. polymorpha*, *C. flabellifera* prouve l'existence de l'Autunien typique. Une étude systématique des flores permo-carbonifères de Thuringe et de Saxe est poursuivie actuellement à Berlin par W. Remy. Les conclusions de ce travail ne sont pas encore publiées.

BASSE-SILÉSIE, BOHÈME, MORAVIE. — Les listes de fossiles provenant de ces bassins et citées par Potonié sont trop sommaires pour autoriser un commentaire stratigraphique précis. Mais les flores de Bohême et de Moravie ont fait l'objet d'une révision récente due à Nemejc [1935-1951]. On sait que le problème de la limite du Carbonifère et du Permien a été étudié par cet auteur qui a constaté que les *Callipteris* débutaient en réalité dès le sommet du Stéphanien par l'espèce *C. conferta*. Les conclusions de l'étude des flores du Massif Central français se rapprochent sur ce point de celles de Nemejc. L'ensemble des formations est divisé en trois étages.

Un *Stéphanien inférieur* (« lower red beds »), caractérisé par des formes stéphanienues : *P. lamuriana*, *M. aff. ovata*, *P. feminaeformis*...

Un *Stéphanien supérieur* (« upper grey beds »), à nombreux *Pecopteris* stéphanienus, *Alethopteris bohémica*, *O. aff. minor*, *O. subcrenulata*, *Sphenopteris germanica*, *Walchia piniformis*, *Sigillaria brardi*, *Taeniopteris multinervis* et *C. conferta*.

Un *Permien inférieur* (« upper red beds »), à flore sensiblement identique à la précédente.

Suivant les gisements, de nombreux *Callipteris* appartenant à différentes espèces apparaissent dans le niveau des « upper grey beds », c'est-à-dire au sommet du Stéphanien supérieur, leur présence étant essentiellement liée à certains faciès. Il a semblé utile de reproduire quelques-unes des listes de Nemejc afin d'en souligner les analogies avec les ensembles caractéristiques du Permo-Houiller du Massif Central.

1. BASSIN DE CESHY BROD ET DE KOSTELECA. a) Zone inférieure :

<i>Pecopteris candollei</i> BRONG.	<i>Linopteris germari</i> GIEB.
<i>P. densifolia</i> GOEPP.	<i>Sphenophyllum longifolium</i> GERM.
<i>P. imbricata</i> GOEPP.	<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.
<i>P. integra</i> ANDR.	<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG.	<i>A. stellata</i> SCHLOTH.
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	<i>Asterophyllites equisetiformis</i> SCHLOTH.
<i>Alethopteris bohémica</i> FRANK.	<i>Sigillaria brardi</i> BRONG.
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.	<i>S. sp.</i>
<i>Mixoneura auriculata</i> BRONG.	<i>Lepidodendron</i> sp.
<i>M. neuropteroides</i> GOEPP.	<i>Walchia piniformis</i> SCHLOTH.

Cet ensemble comprend quelques espèces régionales dépourvues de valeur stratigraphique (*A. bohémica*, *P. imbricata*) ; mais le caractère général est stéphanien. La présence de *M. auriculata* (*O. dufrenoyi* ?) et de *Sph. longifolium* indiquerait un niveau assez élevé du Stéphanien.

b) Zone supérieure :

Pecopteris aff. arborescens BRONG.
P. candollei BRONG.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. unita BRONG.
Callipteridium gigas GUTB.
Callipteris conferta STERNB.
Odontopteris subcrenulata ROST

Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Sph. tenuifolium FONT. et WHITE
Sph. thoni MAHR
Annularia stellata SCHLOTH.
Walchia piniformis SCHLOTH.
Sigillaria brardi BRONG.

Ces associations sont identiques à celles qui caractérisent dans le Massif Central les niveaux attribués à l'Autunien inférieur (zone à *C. conferta*).

2. BASSIN DE METECKO ET DE CHOBOT.

Pecopteris arborescens BRONG.
P. aff. oreopteridia BRONG.
P. vestita LESQ.
Callipteris naumanni GUTB.
Odontopteris schlotheimi BRONG.
Neuropteris aff. cordata BRONG.
Mixoneura auriculata BRONG.

Mixoneura neuropteroides GOEPP.
Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.
Taeniopteris multinervis SCHLOTH.
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Calamites gigas BRONG.
Walchia piniformis SCHLOTH.

Cet ensemble présente des caractères assez particuliers qui l'écartent un peu des ensembles typiques du Massif Central. La présence de *C. naumanni* GUTB. indique qu'il s'agit de dépôts autuniens.

3. BASSIN DE LHOTICE ET DE RUDOLFOV.

Pecopteris arborescens BRONG
P. pseudooreopteridia POT.
P. aff. vestita LESQ.
Callipteris conferta STERNB.
Neuropteris aff. cordata BRONG.
Mixoneura auriculata BRONG.
M. neuropteroides GOEPP.
Ovopteris decheni WEISS
cf. Taeniopteris carnoti ZEILL.
T. cf. coriacea GOEPP.

Taeniopteris multinervis WEISS
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Calamites cf. gigas BRONG.
C. multiramis
C. suckowi BRONG.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Samaropsis moravica
Pinites permienensis REN.
Walchia piniformis SCHLOTH.
W. schneideri ZEILL.

A côté de quelques espèces d'intérêt local, on relève, dans cette liste, les formes caractéristiques de la zone à *C. conferta* (Autunien inférieur des auteurs).

4. MORAVIE CENTRALE.

Pecopteris feminaeformis SCHLOTT
Callipteris aff. bergeroni ZEILL.
C. conferta STERNB.
C. lyratifolia GOEPP.
Odontopteris subcrenulata ROST
Mixoneura auriculata BRONG.
Taeniopteris jejuna GR. EU.

Taeniopteris multinervis WEISS
Annularia sphenophylloides ZENK.
A. stellata SCHLOTH.
Walchia filiciformis SCHLOTH.
W. piniformis SCHLOTH.
Gomphostrobus bifidus GEIN.

La variété des *Callipteris*, représentés par des formes à frondes très découpées, et la rareté des espèces stéphaniennes indiquent une formation autunienne certaine.

Cette étude montre, en outre, que les associations végétales de cette région ont une composition assez variable d'un gisement à un autre. Les affinités de ces bassins limniques avec ceux du Massif Central français sont donc indéniables.

MAROC. — Les gisements permo-carbonifères du Maroc ont livré des flores semblables à celles d'Europe occidentale. W. C. Jongmans [1952] en a souligné le caractère nettement euraméricain. Le bassin de Djerada (Maroc oriental) est d'âge westphalien mais les affleurements situés au N et au S du Grand Atlas sont certainement stéphaniens. Il y a peu de renseignements sur le flanc nord. L. Clariond et F. Leca en 1933 y ont déterminé des *Walchia* et *Mixoneura neuropteroides* GOEPP., ce qui est insuffisant pour affirmer s'il s'agit d'un niveau stéphalien inférieur, moyen ou supérieur.

Les gisements du versant sud sont plus importants et on possède plusieurs listes de fossiles correspondant à des déterminations de P. Bertrand. Presque toutes les flores trouvées appartiennent au Stéphanien moyen. Quelques niveaux ont donné des associations qui indiqueraient plutôt le Stéphanien supérieur. Il s'agit en particulier des affleurements les plus élevés de la vallée des Aït Moussa, aux environs de El Mnizla [Jongmans, 1952].

FLORE DU GISEMENT 74 :

Pecopteris cf. daubreei ZEILL.
P. pinnatifida ZEILL.
Odontopteris cf. genuina GR. EU.
Sphenopteris matheti ZEILL.
Cyclopteris sp.

Walchia (cf. Lebachia) sp.
 (*Ullmannia frumentaria* STERNB.)
Lebachia laxifolia FLOR.
L. (cf.) piniformis FLOR. (SCHLOTH. pars)
Walchia (L.) goeppertiana FLOR.

FLORE D'EL MNIZLA :

Pecopteris arborescens SCHLOTH.
P. bioti BRONG.
P. candollei BRONG.
P. cyathea SCHLOTH.
P. cyatheoides
P. cf. daubreei ZEILL.
P. hemitelioides BRONG.
P. lamuriana HEER
P. cf. launayi ZEILL.
P. monyi ZEILL.
P. oreopteridia BRONG.
P. cf. polymorpha BRONG.
P. unita BRONG.
Odontopteris obtusa BRONG.
Mixoneura neuropteroides BOULAY
Mixoneura sp.
Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.
cf. Sphenopteris picandeti ZEILL.

cf. Rhacopteris courtini ZEILL.
Sphenophyllum oblongifolium GERM. et KAULF.
Sph. cf. thoni MAHR
Annularia sphenophylloides ZENK.
A. stellata SCHLOTH.
Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH.
Calamites suckowi BRONG.
Calamostachys tuberculata STERNB.
Palaeostachya sp.
Huttonia sp.
Lepidophyllum lanceolatum LINDL. et HUTT.
Sigillariaephyllum sp.
Stigmariopsis sp.
Dorycordaites sp.
Aphlebia sp.
Lebachia goeppertiana FLOR.
L. parvifolia FLOR.

On remarque dans cet ensemble des formes du Stéphanien inférieur, telles *P. lamuriana* et *P. arborescens*. Un grand nombre d'espèces indiquent toutefois un niveau très élevé du Stéphanien, comme *Sph. cf. thoni*, *P. monyi*, *P. launayi*, *P. daubreei*, *Sph. picandeti*, *Rhacopteris courtini*, espèces caractéristiques du Stéphanien supérieur européen de Commentry, Decazeville, Brive.

Dans le Maroc central, Carpentier a décrit une flore riche en individus, qu'il a rapportée à l'Autunien [1930 a]. Dans le gisement de Bou Achouch, les espèces suivantes ont été déterminées :

Pecopteris sp. (*P. oreopteridia* BRONG. ou *P. densifolia* GOEPP.)
Callipteridium gigas GUTB.
C. pteridium SCHLOTH.
Callipteris conferta STERNB.
 cf. *C. oxydata* GOEPP.
C. sp. voisin de *C. curretiensis* ZEILL.
C. termieri CARP.
Odontopteris aff. genuina GR. EU.
 cf. *O. schlotheimi* BRONG.
C. subcrenulata ROST
Cyclopteris sp.
Neuropteris sp.
 cf. *Taeniopteris multinervis* WEISS

Cordaïtes sp.
Dorycordaïtes sp.
Sphenophyllum longifolium GERM.
Annularia spicata (?) GUTB.
 cf. *Baiera* cf. *raymondi* ZEILL.
Psymophyllum cf. *cuneifolium* KUT.
Walchia filiciformis SCHLOTH.
W. hypnoides GOEPP.
W. imbricata SCHIMP.
W. linearifolia GOEPP.
W. piniiformis SCHLOTH.
Walchia sp.
Ullmannia sp.

La rareté des espèces stéphanienues, la diversité des *Callipteris* et l'abondance des *Walchia* permettent d'attribuer cette formation aux niveaux les plus élevés de l'Autunien. Il importe de noter qu'on y trouve un mélange d'espèces du Massif Central français et des formes qui semblaient se cantonner dans les bassins limniques d'Europe centrale, tel *Callipteris oxydata* GOEPP.

L'étude des flores euraméricaines d'Allemagne, d'Italie, du Portugal et d'Afrique du Nord permet d'établir dans ces bassins les mêmes divisions stratigraphiques que dans les gisements français :

1. *Stéphanien supérieur* (ou Stéphanien C) à flore riche et opulente ;
2. « *Autuno-Stéphanien* », avec ou sans *C. conferta*, se rattachant au Stéphanien bien plus qu'à l'Autunien auquel on l'a attribué jusqu'à présent ;
3. *Autunien franc* à nombreux *Callipteris*, Conifères, grands *Taeniopteris*, *Baiera*, *Ginkgophyllum*...

2. Flore autunienne et flore du Permien moyen et supérieur.

Après avoir défini les caractères de la végétation de l'Autunien et souligné ses différences avec les flores stéphanienues, il convient d'examiner ses rapports avec la flore du Permien proprement dit.

La flore du Saxonien (Oberrothliegende) est mal connue : les fossiles y sont rares et généralement mal conservés. On connaît mieux la flore du Zechstein, en Allemagne occidentale, mais celle-ci est d'âge permien supérieur. La flore du Permien classique de Russie diffère par contre de la flore du Zechstein et se rapprocherait davantage de la flore d'Angara de la Russie septentrionale et de la Sibérie.

Ce chapitre traitera donc successivement : des rapports de la flore autunienne avec la flore du Thuringien ; de ceux de la flore autunienne avec la flore de Perm ; de la comparaison avec les flores de l'Angara ; en conclusion, on essayera de préciser les caractères de la flore saxonienne à l'aide des quelques documents glanés en divers gisements d'Europe occidentale.

A. FLORE AUTUNIENNE ET FLORE THURINGIENNE. — La flore du Thuringien (Permien supérieur d'Europe occidentale) présente des caractères assez particuliers : les Coni-

fères (en particulier le genre *Ullmannia*) y dominant sur tous les autres Végétaux ; les *Baiera*, particulièrement abondants, s'apparentent aux Préphanérogames, vraisemblablement aux Ginkgoales ; on y trouve également des *Ginkgo*, des *Ginkgophyllum* ou *Psygmodiphyllum* et des *Ginkgoites* ; les *Taeniopteris* sont représentés par une seule espèce, *T. eckardi* GERM., se rattachant aux formes à frondes simples et spatulées (il s'agirait d'une forme se rapprochant sensiblement du feuillage de certaines Bennettitales).

Quelques Végétaux plus rares s'apparenteraient encore aux Ptéridospermées : ainsi *Callipteris martinsi* GERM., dernier représentant du genre *Callipteris*, et plusieurs petits *Sphenopteris* qui n'ont vraisemblablement aucun rapport avec les *Sphenopteris* du Stéphanien : *Sph. densifolia* WEIG., *Sph. gibbelsi* GOTH. et WEIG., *Sph. gothani* WEIG., *Sph. kukukiana* GOTH. et WEIG., *Sph. patens* ALTH. On y connaît enfin quelques rares débris d'Équisétales.

L'étude détaillée de cette végétation a fait l'objet de plusieurs mémoires devenus classiques [Gothan, 1935 c ; Weigelt, 1928]. Il s'agirait d'une végétation côtière de caractère halophytique comme le témoigne son anatomie. Solms [1884] a, en effet, souligné l'extraordinaire développement du tissu palissadique des feuilles d'*Ullmannia* : leur épiderme était généralement épais, les stomates enfoncés dans de profonds sillons et protégés par des cellules à papilles. A première vue, de telles structures laisseraient supposer une adaptation à un climat sec, accompagné d'une forte insolation, mais on sait que la croissance des Conifères exige un degré d'humidité assez élevé. La structure xérophytique de leurs feuilles provient donc vraisemblablement d'une adaptation à un sol contenant une forte proportion de sel.

Avec le Zechstein débiterait l'ère « mésophytique » caractérisée par la prédominance des Gymnospermes. Les Équisétales, de dimensions beaucoup plus réduites que celles du Carbonifère, rappellent davantage les Néocalamites du Keuper et du Jurassique.

La flore autunienne classique présente des différences considérables avec la flore du Zechstein. Mais ces différences s'atténuent sensiblement quand on ne considère que la flore de l'*Autunien supérieur*.

Les caractères suivants soulignent les affinités de la végétation de l'Autunien supérieur avec celle du Zechstein qu'elle précède : fréquence et variété des Conifères (*Lebachia* et *Walchia*) ; présence sporadique d'*Ullmannia* dans l'Autunien de Charmoy et de Thuringe ; apparition de *Baiera*, de *Ginkgo*, de *Ginkgophyllum* (Charmoy, Lodève) ; enfin, présence de *Taeniopteris* à frondes spatulées, à limbe épais, à nervure centrale large, présentant un relief très accusé (*T. lax* GOEPP.).

Ces caractères sont évidents dans les formations à faciès dolomitique ne renfermant plus de houille (schistes de Charmoy, ardoises de Lodève). Potonié signale l'apparition d'*Ullmannia frumentaria* dans le Permien inférieur de Thuringe [1893]. La flore de l'Autunien supérieur présente donc d'incontestables affinités avec la flore du Zechstein. Mais ces ressemblances paraissent liées à certains faciès déterminés ; elles sont moins apparentes dans les dépôts présentant encore, par endroits, des faciès houillers.

B. FLORE AUTUNIENNE ET FLORE PERMIENNE CLASSIQUE DE RUSSIE. — La flore du Zechstein diffère notablement de la flore du Permien classique de Russie.

A la suite de Zalessky [1927, 1934, 1935 a) il faut distinguer dans le Permien de Russie deux ensembles floristiques de caractères un peu différents.

a) La flore de la région de la Kama et de la Volga renferme de nombreux *Callipteris* (6 espèces différentes), des *Psygmodiphyllum*, des *Walchia*, des *Ullmannia*... ; elle se rapproche donc sensiblement de la flore autunienne et serait d'âge permien inférieur [P. Bertrand, 1935 b] ;

b) la flore de la Petchora présente des caractères communs avec la flore angarienne, les

ressemblances avec la flore de l'Angara s'accroissent encore dans les bassins de l'Oural et dans le bassin de Kousnetz; ses rapports avec la flore autunienne sont donc moins nets. Elle renferme toutefois plusieurs *Callipteris* : ce sont des formes se rattachant au type *C. conferta* STERNB., mais présentant des dimensions plus grandes. On y trouve, de plus, *Pecopteris anthriscifolia* GOEPP.; d'après Zeiller, cette espèce serait identique à *D. leptophylla* BUNB. qui apparaît en France et au Portugal dès l'étage ambigu autuno-stéphanien (Breitenbach, Buçaco); cette forme, fréquente dans certains gisements de l'Autunien supérieur (Brive, Sarre), se serait transplantée graduellement vers l'E où elle n'apparaît qu'au Permien moyen et supérieur. On note de plus la présence d'espèces spéciales (*Brongniartites salicifolia*, *Rhipidopsis ginkgoïdes* et des formes voisines des *Gangamopteris*). Les *Taeniopteris*, si fréquents à l'Autunien supérieur et au Zechstein, n'y sont pas représentés.

La flore du Permien russe et celle du Zechstein seraient synchroniques mais correspondraient à deux faciès botaniques différents. Ces différences sont ébauchées dans les flores autuniennes.

Les flores de Lodève, de Blanzey, de Thuringe, à *Taeniopteris spatulés*, nombreuses Conifères, *Baiera*, *Ginkgoites*... annoncent la végétation du « Zechstein ». Celles de Brive et de Sarre, à *Dicksonites leptophylla*, mais dépourvues de *Taeniopteris*, de *Baiera*, de *Ginkgoites*... auraient plutôt des affinités avec la végétation permienne de Russie.

C. FLORE AUTUNNIENNE ET FLORE ANGARIIDIENNE. — La flore du Permien russe présente d'incontestables affinités avec la flore de la partie supérieure de l'Angara (Russie orientale et septentrionale-Sibérie [Zalessky, 1918, 1935 b]). On y trouve encore quelques éléments de flore autunienne : *P. anthriscifolia*, *Ginkgophyllum vsevolodi* ZAL. voisin de *G. grassei* SAP. (Lodève). Les *Callipteris* sont de grande taille comme dans le Permien russe. *C. zeilleri* ZAL. *C. uralensis* ZAL., *C. biarmica* ZAL. sont proches parents de *C. conferta* STERNB. La flore angariidienne diffère toutefois sensiblement de la flore autunienne par la présence d'un grand nombre d'espèces qui lui sont propres, dont les plus caractéristiques sont *Odontopteris rossica* ZAL., *Brongniartites salicifolius* (FISCH.) ZAL., *Neurogangamopteris*, *Iniopteris*, *Paracallipteris*, *Syniopteris*, etc...

D. FLORE AUTUNNIENNE ET FLORE SAXONIENNE. — La composition de la flore saxonnienne pose un problème qui ne peut pas encore être résolu, faute de documents. On peut se demander, en effet, si cette végétation était semblable à celle du Zechstein ou si, au contraire, elle se rapprochait davantage de celle du Permien russe, ou même des flores angariidiennes.

La flore permienne décrite par Schuster [1908] dans le Palatinat présenterait encore des caractères houillers ou du moins autuniens : l'auteur cite *Callipteris conferta*, *Stachannularia*, divers *Pecopteris*, des *Sphenophyllum*.

Au Musée houiller des Mines de la Sarre, j'ai pu examiner quelques pièces provenant de l'assise de Wadern. J'y ai déterminé : *Annularia spicata* GUTB., *Dicksonites leptophylla* BRONG., *D. beyrichi* WEISS, *Pecopteris* sp., un *Callipteris* voisin de *C. conferta* mais de très petite taille.

Un *Pecopteris* identique à celui de Wadern a été récolté par P. Vetter dans une formation de Permien rouge de la région de Carmaux (Tarn). Non loin de Lodève, sur la route de Lodève à Saint-Félix, Bergeron [1889] signalait la présence d'*Alethopteris salicifolia* FISCHER; si cette détermination est exacte, il s'agit de la plante permienne décrite par Zalessky dans le Permien russe sous le nom de *Brongniartites salicifolius*. Dans la collection de l'Université de Montpellier se trouvent quelques empreintes peu nettes provenant du Permien rouge du lit de la Lergue. Il s'agit de deux fragments de frondes comportant un rachis sur lequel s'insère régulièrement,

de part et d'autre, une série de pinnules ; les contours sont assez nets, mais on ne voit aucune nervure, le grain de la roche étant trop grossier. L'une d'elles serait voisine de *Brongniartites salicifolius* (FISCH) ZAL, l'autre d'*Odontopteris rossica* ZAL. Enfin, dans les Pyrénées, à Mauléon-Barousse et à Gerri (Espagne), M. Dalloni [1938] a découvert une florule angaridienne comprenant en particulier : *Odontopteris rossica*, *Neurogangamopteris*, *Psygmaephyllum mongolium* (déterminations P. Bertrand et P. Corsin).

Ces observations indiquent que la flore saxonnienne devait présenter des affinités indiscutables avec la flore de l'Angara, mais la persistance des caractères autuniens, à Wadern et dans le Palatinat, laisse supposer l'existence de faciès botaniques différents.

Le plus souvent on ne trouve dans les dépôts saxoniens que des fragments de Conifères indéterminables spécifiquement et quelques moulages de troncs. Il faut donc attendre la découverte de gisements fossilifères plus importants pour en tirer des conclusions précises sur les caractères de la végétation d'Europe occidentale durant le Permien moyen.

3. Flore autunienne et flore cathaysienne.

Le problème de la limite du Carbonifère et du Permien se pose également pour les bassins constituant la province paléogéographique de Cathaysia (au cours d'un voyage d'études à Heerlen et à Bruxelles, j'ai pu examiner de nombreux échantillons provenant des bassins de Kaiping et du Shansi, Chine). Les discussions paléontologiques se rapportant à ces pièces ont fait l'objet d'une publication antérieure [Doubinger, 1952]. Le problème stratigraphique de la limite permio-carbonifère y a seulement été mentionné.

A. BASSIN DE KAIPING. — La flore de l'assise de Chao-Ko-Chwang, déterminée par Stockmans [1939], est autuno-stéphannienne. Elle renferme un certain nombre de plantes caractéristiques de la flore cathaysienne : *Lepidodendron oculus felis*, *Gigantopteris nicotinaefolia*, *Pecopteris andersonii*, des *Tingia*, des *Sphenopteris* particuliers...

A côté de ces formes spéciales, on trouve toutefois un grand nombre d'espèces communes avec les flores euraméricaines ; en particulier :

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
P. densifolia GOEPP.
P. feminaeformis SCHLOTH.
P. hemitelioides BRONG.
Callipteridium pteridium SCHLOTH.
Pecopteridium jongmansii BERTR.
Callipteris conferta STERNB.
Neuropteris plicata STERNB.
Cyclopteris orbicularis BRONG.
Taeniopteris multinervis WEISS
Sphenophyllum emarginatum BRONG.
Sph. oblongifolium GERM. et KAULF.

Sphenophyllum. tenuifolium FONT. et WHITE
Sph. thoni MAHR
Sph. verticillatum SCHLOTH.
Annularia stellata SCHLOTH.
Calamites schutzeiformis KIDS. et JONGM.
C. suckowi BRONG.
Cordaites principalis GERM.
Poacordaites linearis GR. EU.
Aphlebia sp.
Cordaianthus volkmanni ETTINGS.
Samaropsis forensis GR. EU.

Cet ensemble comprend : des formes dépourvues de valeur stratigraphique, fréquentes dans tous les niveaux du Stéphanien euraméricain ; des espèces caractéristiques du Stéphanien supérieur ou de l'Autuno-Stéphanien (*P. densifolia*, *Sph. tenuifolium*, *T. multinervis*) ainsi que *Callipteris conferta*, espèce caractéristique de l'« Autunien inférieur ».

Pour Stockmans, l'ensemble de l'assise (qui comprend les couches 5 à 12) est stéphano-permien ; les couches supérieures seraient plus spécifiquement permienues, alors que les autres seraient

stéphanien. Les flores s'interpénètrent, l'auteur reconnaît que la limite est difficile à fixer, *C. conferta* se montrant à peu près à la 7^e couche, elle devrait se placer à ce niveau.

Une telle division serait artificielle, car elle ne correspond à aucun phénomène réel. Les couches sont, en effet, concordantes dans toute l'assise et les conglomérats ne semblent être que des accidents locaux dans une sédimentation continue. Par ses caractères floristiques, l'assise de Chao-Ko-Chwang correspond à la fois à l'étage autuno-stéphanien d'Europe occidentale et à l'Autunien inférieur à *C. conferta*. L'ensemble représente donc un seul étage stratigraphique qu'il faut placer au sommet du Stéphanien plutôt qu'à la base du Permien.

B. BASSIN DU SHANSI. — L'étude de la flore du Shansi a fait l'objet du remarquable ouvrage de T. G. Halle [1927]. La succession stratigraphique des dépôts de ce bassin est la suivante : à la base, les séries de Yuekmenkou, puis les « lower Shihhotse series », enfin les « upper Shihhotse series ».

Les Yuekmenkou seraient d'âge stéphanien, avec une flore semblable à celle du Stéphanien d'Europe. La flore des « lower Shihhotse series » présente un mélange de formes stéphanien avec des espèces cathaysiennes ; elle serait, en partie, permienne. Les « upper Shihhotse series » ont livré la flore cathaysienne typique, à nombreux *Gigantopteris*, ne comportant que de rares éléments euraméricains ; elles correspondraient au Permien supérieur et au Trias.

Halle a reconnu que le passage du Stéphanien au Permien était peu net, et que la limite Carbonifère-Permien était délicate à fixer, la flore du Shansi ne présentant pas la diversité de *Callipteris* qui caractérise les flores autuniennes d'Europe.

Un problème semblable se pose en Corée où Kawasaki [1927] a établi la succession stratigraphique suivante :

1. Koto series : Stéphanien
2. Jido series : Permo-Stéphanien et Permien.
3. Kobosan series : Trias.

Les flores permo-houillères de Corée sont identiques à celles du Shansi, euraméricaines à la base, cathaysiennes au sommet.

La flore des « lower Shihhotse series » est voisine de celle de l'assise de Chao-Ko-Chwang dans le bassin de Kaiping. Elle renferme de nombreux éléments autuno-stéphanien, en particulier :

Pecopteris feminaeformis BRONG.
P. unita BRONG.
Callipteris conferta STERNB.
Odontopteris subcrenulata ROST
Taeniopteris abnormis GUTB.
T. multinervis WEISS

Sphenophyllum costae STERZ.
Sph. emarginatum BRONG.
Sph. oblongifolium GERM. et KAULF.
Sph. thoni MAHR
Annularia stellata SCHLOTH.
Cordaites principalis GERM.

Cet ensemble comprend les espèces caractéristiques de l'Autunien inférieur à *C. conferta*, formation que je propose de placer au sommet du Stéphanien et non à la base du Permien. La flore des « lower Shihhotse series » comprend, en outre, deux formes que l'on croyait propres à la flore cathaysienne et qui ont été découvertes récemment dans des formations du Stéphanien supérieur européen, il s'agit de *Pecopteris wongi* HALLE (forme voisine de *P. polymorpha* BRONG.) et de *Emplectopteris triangularis* HALLE, proche parent de *E. ruthenensis* DOUB. du bassin de Decazeville [Doubinger, 1951]. De même que les « lower Shihhotse », les « Jido series » de Corée seraient donc encore stéphanien.

La flore des « upper Shihhotse series » comprend toutes les espèces caractéristiques de la flore cathaysienne, en particulier de nombreux *Gigantopteris*. Elle possède toutefois des espèces en

commun avec la flore autunienne : *Pecopteris anthriscifolia* GOEPP. (espèce identique à *D. leptophylla* BUNB.), *P. hemitelioides* BRONG., *Sphenophyllum thoni* MAHR, *Sph. verticillatum* SCHLOTH., *Callipteris laceratifolia* HALLE, forme voisine de *C. termieri* CARP. de l'Autunien de Bou Achouch (Maroc) et de *C. nicklesi* ZEILL. de l'Autunien de Lodève, de Blanzky... On y trouve enfin, de nombreux *Baiera*. On ne remarque pas, dans cet ensemble, la diversité des *Callipteris* qui caractérise la flore autunienne d'Europe. Mais la persistance de quelques formes stéphaniennes permet de penser qu'il s'agit d'une flore contemporaine de la flore autunienne typique, donc d'âge *permien inférieur*.

La limite du Carbonifère et du Permien coïnciderait donc avec la limite entre les « lower » et les « upper Shihhotse series » au Shansi, entre les « Kosen series » et les « Jido series » en Corée. La flore à *Gigantopteris* serait permienne et non triasique, mais il est difficile d'affirmer si elle correspond à l'ensemble du Permien (inférieur, moyen et supérieur) ou si elle ne représente qu'une partie de cette période.

Les études de Bexell [1935] sur la flore de Nanshan (Kansu) peuvent apporter des éléments de solution à cet aspect du problème, tout en confirmant mes hypothèses.

Trois ensembles floristiques ont été distingués :

1) Une *zone A* est caractérisée par une flore semblable à celle des « Yuekmenkou series » du Shansi et des « Kosen series » de Corée. Elle correspond peut-être encore à la partie inférieure des « lower Shihhotse » et des « Jido series » et représente le *Stéphanien*.

2) La *zone B* a livré une flore présentant des caractères mixtes eurasiens et cathaysiens, avec en particulier *Sphenophyllum thoni* et *Taeniopteris multinervis*. Elle paraît être contemporaine de la plus grande partie des « lower Shihhotse » et des « Jido series » et serait *permienne*.

3) La partie supérieure de cette zone à flore cathaysienne typique correspondrait aux « upper Shihhotse series » et aux « Kobosan series », d'âge présumé *triasique*. Cette dernière assise atteint au Kansu un développement considérable.

ÉCHELLE STRATIGRAPHIQUE	EUROPE OCCIDENTALE	CHINE		CORÉE
		KAIPING	SHANSI	
Permien supérieur	Thuringien			
Permien moyen	Saxonien	Assise de Hung Ho ?	Upper Shihhotse series	Kobosan series
Permien inférieur	Autunien	Assise de Tang-Chia-Chwang	Upper Shihhotse series	Kobosan series
Stéphanien D	Autunien inférieur à <i>C. conferta</i>	Assise de Chao-Ko-Chwang	Lower Shihhotse series	Jido series
Stéphanien C B A	Étage autuno-stéphanien Stéphanien supérieur moyen inférieur	Assise des 14 ^e couches	Yuekmenkou series	Kosen series

TABLEAU VI. — Corrélation stratigraphiques entre les bassins européens et ceux d'Asie orientale.

4) Une *dernière zone paléontologique C*, superposée à la précédente, renferme une flore de caractères tout à fait différents. On y a relevé en particulier *Phyllothea deliquescens*, *Iniopteris sibirica*, *Brongniartites salicifolius*, *Rhipidopsis ginkgoïdes*, *Noeggerathiopsis glossopteroides*, *Callipteris* sp. ..., espèces caractéristiques de la flore de l'Angara (bassin de Kousnetzky) [Zalessky, 1937]. Plusieurs de ces formes se trouvent également dans le Permien classique de Russie. La flore anga-

ridienne typique serait donc un peu plus récente que la flore de Cathaysia. Comme l'a fait remarquer Gothan [1935 a], cette dernière doit être nécessairement attribuée au Permien inférieur, peut-être encore au Permien moyen ; elle se serait différenciée dès le sommet du Stéphanien.

Ces observations confirment les conclusions qui découlent de la comparaison des flores cathaysiennes avec les flores autuno-stéphaniennes d'Europe occidentale : la plus grande partie de la flore cathaysienne aurait été contemporaine de la flore autunienne.

Les corrélations stratigraphiques entre les gisements européens et les bassins d'Asie orientale figurent dans le tableau VI.

DEUXIÈME PARTIE

DESCRIPTION DE LA FLORE

CHAPITRE I

DESCRIPTION DES VÉGÉTAUX CITÉS DANS LA PREMIÈRE PARTIE. DISCUSSIONS PALÉONTOLOGIQUES

Les comparaisons qui viennent d'être faites entre les différents bassins stéphanien et autunien ne prennent toute leur valeur que si elles sont étayées par des arguments paléontologiques indiscutables. Or, un certain nombre d'espèces n'ont pas été déterminées ou ont été l'objet de discussions entre spécialistes. Il est donc nécessaire de reprendre toutes les espèces, objets de litige, et d'essayer d'arriver à leur détermination correcte, compte tenu des observations auxquelles elles ont donné lieu.

Sans reprendre les diagnoses qui se trouvent dans tous les traités de systématique, il ne sera question que des pièces indispensables à l'établissement des nouveaux tableaux de répartition stratigraphique.

Le plan adopté sera celui de la classification botanique. On y trouvera toutefois les descriptions détaillées de quelques espèces nouvelles. Pour quelques formes déjà décrites, j'ai pu disposer d'un matériel plus abondant et compléter ainsi les diagnoses originales. Des affinités entre certains groupes ont été mises en évidence, permettant ainsi de préciser leur position systématique.

I. Filicales et espèces rapportées aux Filicales.

Famille Pécoptéridées.

Genre *Pecopteris* BRONGNIART 1822.

Pecopteris BRONGNIART [1822, p. 33].

Pecopteris BRONGNIART. Corsin [1951 b, p. 180].

Pinnules attachées au rachis par toute leur base, soit libres jusqu'au rachis support, soit adhérentes entre elles sur une longueur variable, à bords latéraux parallèles ou faiblement convergents, arrondies au sommet (exceptionnellement pointues), à bord inférieur pouvant être décurrent, souvent entières, mais parfois lobées ou dentées, munies d'une nervure médiane ordinairement nette et allant souvent jusqu'au sommet ou presque, nervures latérales simples ou groupées par deux ou par trois, exceptionnellement par quatre.

Fructifications des types : *Senftenbergia* CORDA, *Asterotheca* PRESL, *Orthotheca* P. CORSIN (*Danaeites* GOEPP.), *Acitheca* SCHIMPER, *Ptychocarpus* WEISS, *Zeilleria* KIDSTON *pro parte* et *Asterocarpus* ROST *in* GERMAR.

L'ouvrage de P. Corsin [1951 b] sur les Pécoptéridées ayant paru lorsque ce travail était à peu près achevé, il n'en a été tenu compte que pour la détermination de certaines espèces qui n'avaient pas encore été étudiées, faute d'éléments de comparaison. Pour les formes banales, les déterminations spécifiques correspondront plutôt aux « groupes » distingués par cet auteur. Dans la plupart des cas, les empreintes fructifiées étaient insuffisantes pour autoriser une détermination rationnelle et il a semblé préférable de se limiter à la seule détermination de l'appareil végétatif. La classification adoptée est donc l'ancienne classification artificielle basée sur la morphologie des frondes.

Pecopteris bredovi GERMAR.

Pecopteris bredovi GERMAR [1845, p. 37, pl. XIV, fig. 1-3].

P. bredovi GERMAR. Zeiller [1906, p. 21, pl. V, fig. 6].

P. bredovi GERMAR. Corsin [1951 b, p. 210, pl. CXVIII].

J'ai déterminé les échantillons rapportés à cette espèce à l'aide des figures de Zeiller et par comparaison avec les empreintes de Peyrignac identifiées par cet auteur et conservées dans la collection de l'École des Mines de Paris. J'ai maintenu la détermination après révision à l'aide des descriptions de P. Corsin.

Pecopteris candollei BRONGNIART.

Pecopteris candolleana BRONGNIART [1833, p. 305, pl. C, fig. 1].

P. candolleana BRONG. Potonié [1903, Lief. I, n° 10].

P. candollei BRONG. Corsin [1951 b, p. 348, pl. CLXXXV, fig. 1-3].

J'ai rapporté à cette espèce les empreintes qui diffèrent de *P. cyathea* SCHLOTH. par les caractères suivants : pinnules moins contiguës, parfois légèrement adhérentes entre elles à la base ; nervation plus forte : nervure médiane légèrement décurrente à sa base sur le rachis support, se divisant en nervures secondaires avant d'arriver à l'extrémité de la pinnule ; nervures secondaires une seule fois bifurquées à mi-distance entre la nervure médiane et le bord du limbe ; nervures secondaires moins serrées.

Pecopteris clintoni (LESQUEREUX) WHITE.

Pecopteris clintoni WHITE [1898, pl. XXXIV].

P. clintoni (LESQUEREUX) WHITE. Corsin [1951 b, p. 281, fig. 70, pl. CXXXVI, fig. 1 et 1a].

J'ai rapporté à cette espèce quelques empreintes de Decazeville et de Sarre (assise de Breitenbach), que j'avais attribuées dans mes travaux antérieurs à *P. densifolia* GOEPP. Cette espèce, voisine de *P. densifolia*, en diffère par les caractères suivants : feuillage plus opulent ; pinnules plus décurrentes sur le rachis-support ; nervures deux fois divisées : la première dichotomie est située à proximité de la nervure principale, la branche supérieure issue de cette division, se bifurque une seconde fois de sorte que les nervures latérales forment des groupes de 3 nervures.

P. clintoni présente quelques analogies avec *pseudo-bucklandi* ANDRAE (p. 92).

Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM sp.

Filicites cyatheus SCHLOTH. [1820, Bd I, pl. VII, fig. 11].

Pecopteris cyathea SCHLOTH. Zeiller [1888, p. 119, pl. XIII, fig. 1-4].

P. cyathea SCHLOTH. Corsin [1951 b, p. 330, pl. CLXXIV, CLXXV, CLXXVI et CLXXVII, fig. 1 et 2].

J'ai attribué à *P. cyathea* les empreintes présentant les caractères suivants :

Pinnules de dimensions variables, contiguës, peu inclinées sur le rachis support, non adhérentes entre elles à la base parfois légèrement rétrécies à leur base, à bords latéraux sensiblement parallèles, à extrémité arrondie.

Nervation bien marquée : nervure médiane rectiligne, non décurrente sur le rachis support, se poursuivant jusqu'à l'extrémité des pinnules ; nervures latérales simples par endroits, le plus souvent une fois divisées très près de leur base.

Ne disposant, dans certains gisements, que d'échantillons très fragmentaires, il m'a semblé

préférable d'adopter cette définition un peu compréhensive, comprenant des formes voisines de *P. lepidorachis* BRONGNIART et des fragments de frondes attribuées auparavant à *P. arborescens* SCHLOTH.

Pecopteris cyathea SCHLOTHEIM *var. major nov. var.*

Texte-fig. 3 A.

Des empreintes provenant du Stéphanien supérieur de Decazeville (Découvertes) s'écartent du *P. cyathea* typique par quelques particularités qui semblent justifier la création d'une variété nouvelle. Des pennes semblables ont été récoltées dans l'assise de Breitenbach (Sarre).

Les caractères de cette variété sont les suivants :

Pennes, longues de plus de 5 cm ; *rachis* épais, large de 2,5 à 3 mm, poilu ; *pinnules*, longues de 15 à 18 mm et larges de 3 mm à la base et de 1,5 mm au sommet, légèrement inclinées sur le rachis support, attachées au rachis par toute leur base, nettement séparées les unes des autres, légèrement renflées à la base ; *nervation* : nervure médiane droite, non décurrenente sur le rachis, se poursuivant jusqu'au sommet des pinnules ; *nervures secondaires*, une seule fois bifurquées. Sur les pinnules situées à la base des pennes, la branche supérieure des nervures secondaires peut se bifurquer encore une seule fois.

Pecopteris daubreei ZEILLER.

Pecopteris daubreei ZEILLER [1888, p. 147, pl. XV, fig. 1-5].

Les formes attribuées à *P. daubreei* répondent à la diagnose de Zeiller. Une fronde de très grande taille provenant de Commentry, conservée à l'École des Mines de Paris et déterminée par Zeiller, montre le polymorphisme des pennes de cette espèce. La comparaison avec cet échantillon m'a permis de rapporter à *P. daubreei*, quelques empreintes fragmentaires présentant à première vue d'incontestables affinités avec *P. feminaeformis* SCHLOTH. Il s'agit de pennes provenant de la région terminale d'une fronde de *P. daubreei*.

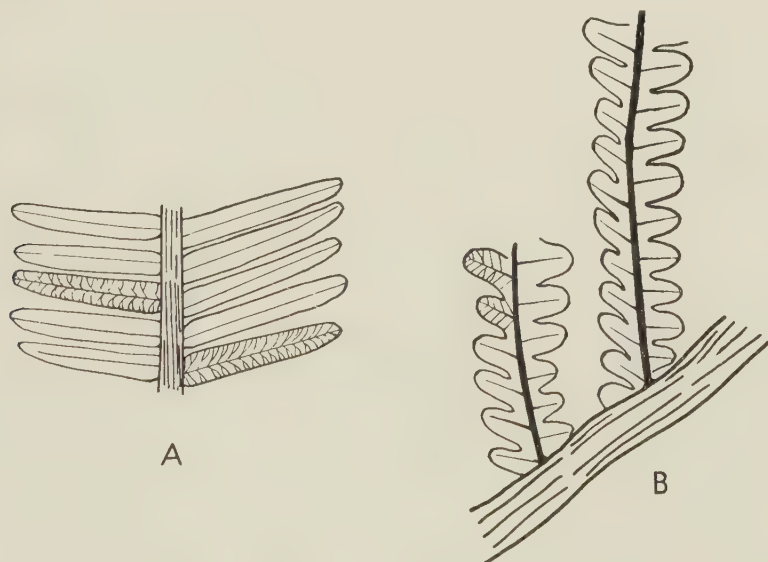


FIG. 3. — A : *Pecopteris cyathea* SCHLOTH. *var. major nov. var.*, $\times 2/3$. — B : *P. monyi* ZEILL., $\times 2$.

Pecopteris densifolia GOEPPERT *sp.*

Cyatheites densifolius GOEPP. [1864, p. 120, pl. XVII, fig. 1-2].

Pecopteris densifolia GOEPP. Zeiller [1888, p. 152, pl. XVI, fig. 1-4 et 1890, p. 54, pl. VII, fig. 3].

P. densifolia GOEPP. Corsin [1951 b, p. 279, fig. 69, pl. CXCIV].

Les échantillons décrits par Zeiller à Commentry et à Autun se rattachent indiscutablement à *P. densifolia* GOEPP. Dans le Stéphanien supérieur de Decazeville, les deux espèces, *P. clintoni* et *P. densifolia* semblent coexister.

Pecopteris feminaeformis SCHLOTHEIM *sp.*

Filicites feminaeformis SCHLOTH. [1820, p. 407, pl. IX, fig. 16].

Pecopteris feminaeformis SCHLOTH. Sterzel in Potonié [1903, Lief. I, n° 11].

P. feminaeformis SCHLOTH. Zeiller [1888, p. 174, pl. XVIII, fig. 6, pl. XXXI, fig. 6 et 1906, p. 55, pl. XII, fig. 1-3].

P. feminaeformis SCHLOTH. Corsin [1951 b, p. 356, fig. 97, pl. CLXXXV, fig. 4].

Comme l'a souligné P. Corsin [1951 b], cette espèce possède des pinnules de forme très particulière et une nervation tout à fait typique. Elle ne peut être confondue avec une autre espèce. Les variétés qui ont été distinguées par certains auteurs ne correspondent qu'à des parties différentes d'une même plante, les pinnules se soudant progressivement vers l'extrémité des frondes. Les caractères nervuraires (nervures secondaires simples et rectilignes) sont voisins de ceux de *P. unita*.

Pecopteris elaverica ZEILLER.

Pecopteris elaverica ZEILLER [1888, p. 171, pl. X, fig. 3-5 et 1906, p. 53, pl. XI, fig. 1-3].

Cette espèce rappelle *P. unita* BRONGN. par ses pinnules de plus en plus soudées vers l'extrémité des pennes, mais elle s'en distingue par la forme plus aiguë de ses lobes. Quand on dispose d'échantillons fragmentaires ou mal conservés, on peut confondre cette forme avec *Ovopteris pecopteroides* LANDESKR. *P. elaverica* s'en distingue essentiellement par ses nervures secondaires généralement simples.

Pecopteris hemitelioides BRONGNIART.

Pecopteris hemitelioides BRONG. [1833, p. 314, pl. CVIII, fig. 1 et 2].

P. hemitelioides BRONG. Corsin [1951 b, p. 345, fig. 93, pl. CLXXXIII].

J'ai attribué à *P. hemitelioides* les empreintes dont les pinnules diffèrent de *P. cyathea* par leurs nervures latérales toujours simples. Les dimensions des pinnules (longueur de 5 à 8 mm) excluent leur attribution à *P. arborescens* BRONG. dont les rapprochent leurs caractères nervuraires. Cette espèce peut être confondue avec *P. cyathea*; chez ce dernier, la bifurcation unique des nervures latérales est parfois si proche de la nervure médiane qu'elle est très difficile à distinguer, surtout quand les échantillons sont mal conservés.

Pecopteris integra ANDRAE *sp.*

Sphenopteris integra ANDRAE. Germar [1849, p. 67, pl. XXVIII, fig. 1-4].

Pecopteris integra ANDRAE. Zeiller [1888, p. 160, pl. XVII, fig. 2].

Les empreintes de Decazeville qui ont été rapportées à cette espèce présentent les caractères des pièces de Commeny (banc des Roseaux) décrites et figurées par Zeiller.

Pecopteris monyi ZEILLER.

Pl. I, fig. 1 et 1a et texte-fig. 3 B.

Pecopteris monyi ZEILLER [1888, p. 169, pl. XVII, fig. 3 et 4].

J'ai rapporté à cette espèce, non seulement les empreintes présentant les caractères définis par Zeiller, mais aussi des formes répondant à la diagnose de *P. launayi* ZEILLER [1888, p. 168, pl. XVII, fig. 1]. L'examen de portions de pennes assez étendues et comprenant des terminaisons de frondes m'a permis de constater que les deux espèces correspondaient à deux régions différentes de la même plante. *P. monyi* présente, en outre, des affinités indéniables avec *P. rarinervosa* CORSIN du Stéphanien inférieur et moyen de Sarre et de Lorraine [Corsin, 1951 b, p. 238, fig. 53, pl. CLXV et CLXVI, fig. 1 et 1 a]. Toutefois, chez *P. rarinervosa* les nervures latérales sont beaucoup plus espacées que chez *P. monyi* et les pinnules moins serrées sur le rachis.

Pecopteris oreopteridia BRONGNIART (*non* SCHLOTHEIM).

Pecopteris oreopteridia BRONG. [1833, I, pl. CIV, fig. 2 ; CV, fig. 1-3].

P. oreopteridia BRONG. Zeiller [1888, p. 136, pl. XV, fig. 6-8 et 1892, p. 17, pl. V, fig. 7-9].

Pour la détermination de cette espèce je me suis rapportée aux descriptions et aux figures de Zeiller dans la flore de Brive et de Commentry.

Pecopteris paleacea ZEILLER.

Pecopteris paleacea ZEILLER [1888, p. 116, pl. XI, fig. 5 ; XII, fig. 1 et 2].

En dehors de l'empreinte figurée par Zeiller et conservée à l'École des Mines de Paris, je n'ai pas trouvé d'échantillon se rapportant avec certitude à cette espèce qui semble être voisine de *P. hemitelioides* BRONGN. Elle en diffère cependant par ses pinnules plus courtes et par ses rachis garnis de poils scarieux très longs et très denses.

Pecopteris pinnatifida-waltoni P. CORSIN.

Texte-fig. 4 A.

Pecopteris pinnatifida ZEILLER [1892, p. 22, pl. VI, fig. 1 et 2].

P. viannae TEIXEIRA [1949, p. 6, pl. I-III, fig. 1-3].

P. waltoni CORSIN [1951 b, p. 301, fig. 76, pl. CLXI].

Dans plusieurs études antérieures, j'ai rapporté au *P. pinnatifida* ZEILLER (*non* GUTBIER), des empreintes correspondant à la diagnose de *P. waltoni* établie par P. Corsin. *P. waltoni* est en outre très voisin de *P. viannae* décrit par C. Teixeira dans le Stéphanien de San Pedro de Cova et dans l'Autunien inférieur de Buçaco (Portugal). Je n'ai pu examiner les échantillons appartenant à cette espèce, mais il est probable que *P. viannae* est identique à *P. waltoni*.

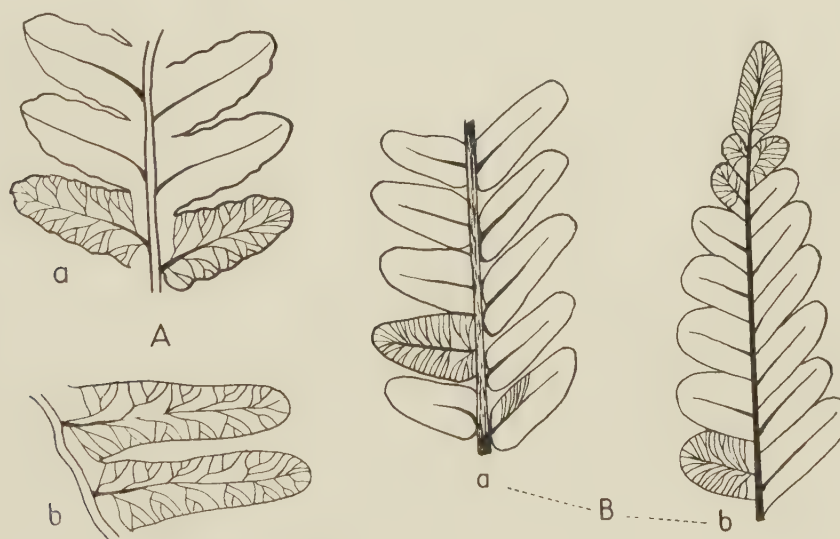


FIG. 4. — A : *Pecopteris pinnatifida-waltoni* (ZEILL.) CORSIN (b : pinnules avec détails de la nervation), $\times 2$.
B : *P. polymorpha* BRONG. (a : partie moyenne d'une penne secondaire ; b : extrémité d'une penne secondaire), $\times 2$.

Pecopteris platoni GRAND'EURY.

Pecopteris platoni GRAND'EURY [1890, p. 273, fig. 2 et 3, pl. XX].

P. platoni GR. EU. Zeiller [1888, p. 111, pl. XXII, fig. 5 et 6 et 1890, p. 52, pl. VIII, fig. 7].

P. platoni GR. EU. Corsin [1951 b, p. 229, fig. 50 ; pl. CLI, fig. 1, 1a et 1b].

Cette espèce présente une nervation très caractéristique ; nervure médiane forte et plate, nervures secondaires se divisant très près de la nervure principale en deux nervures très distantes

les unes des autres aboutissant normalement sur les bords du limbe. La nervation des pinnules de grande taille ne peut être confondue avec aucune autre espèce.

Pecopteris plumosa-dentata BRONGNIART.

Pecopteris dentata BRONG. [1832, p. 348, pl. 121, fig. 1 et 2; 123, fig. 1-5; 124].

P. plumosa-dentata BRONG. Corsin [1951 b, p. 199, fig. 42, pl. CXII-CXVIII].

P. bioti BRONG. Corsin [1951 b, p. 208, fig. 43, pl. CXCVI, fig. 2 et 2a].

J'ai attribué à *P. plumosa-dentata* BRONG. non seulement les empreintes caractéristiques mais aussi les formes affines, sans distinction de variétés. *P. acuta* BRONG. ne semble pas être représenté dans les formations autuno-stéphaniennes. J'ai en outre attribué à la même espèce, les pièces rapportées par Zeiller à *P. gruneri* ZEILL et à *P. bioti* BRONG. [Zeiller, 1888, pl. IX, fig. 2 à 4].

Pecopteris polymorpha BRONGNIART.

Pl. I, fig. 2 et 2a et texte-fig. 4 B.

Pecopteris polymorpha BRONG. [1834, I, p. 331, pl. CXIII].

P. polymorpha BRONG. Zeiller [1888, p. 155, pl. XVI, fig. 5-6].

P. polymorpha BRONG. Corsin [1951 b, pp. 318 et 321, fig. 82 et 83, pl. CLXVIII et CLXIX].

J'ai attribué à cette espèce de nombreuses empreintes dont les nervures secondaires sont deux fois bifurquées, les nervures secondaires aboutissant aux bords du limbe par groupes de 4 nervures sensiblement parallèles (fig. 4 B). Ces caractères nervuraires se rapprochent donc davantage de ceux de *P. macronervosa* P. CORSIN que de ceux de *P. polymorpha*, figuré par cet auteur [Corsin, 1951 b, comparer les fig. 82 et 83]. Mais les nervures ne sont pas ondulées comme chez *P. macronervosa* et la forme des pinnules est identique à celle de *P. polymorpha* [fig. 82]. On ne peut les identifier à *P. wongi* HALLE dont elles s'écartent par la forme des pinnules vers le bas et par leur nervation [fig. 84].

Toutes les empreintes du Massif Central se rattachant à *P. polymorpha* BRONG. présentent les caractères suivants : aspect souvent « neuroptéridien » des pinnules ; nervures latérales très serrées, subparallèles deux fois dichotomes, perpendiculaires sur les bords du limbe.

Elles représenteraient une variété régionale à l'intérieur du groupe du *P. polymorpha* tel que l'a défini P. Corsin [1951 b, p. 315] sur des échantillons provenant exclusivement de la Sarre et de la Lorraine.

Pecopteris pseudo-bucklandi ANDRAE.

Pecopteris pseudo-bucklandi ANDRAE. Germar [1851, p. 106, pl. XXXVII].

P. pseudo-bucklandi ANDRAE. Zeiller [1892, p. 21, pl. V, fig. 5 et 1906, p. 47, pl. XIV, fig. 1].

J'ai attribué à cette espèce les empreintes présentant les caractères des frondes de Blanzky et de Brive que Zeiller avait rapportées à *P. pseudo-bucklandi* : pinnules légèrement décurrentes sur le rachis du côté inférieur, nervures secondaires assez inclinées sur la nervure principale, une ou deux fois bifurquées.

Ces formes présentent d'incontestables ressemblances avec *P. polymorpha* et *P. wongi* tels que les a figurés P. Corsin [1951 b]; elles s'en distinguent cependant par leurs pinnules parfois légèrement soudées entre elles à la base et plus inclinées sur le rachis support, à nervures secondaires plus espacées et plus obliques sur la nervure principale.

Pecopteris tenuinervosa CORSIN.

Pecopteris tenuinervosa CORSIN [1951 b, p. 310, fig. 79, pl. CLXIV, fig. 3-4].

Plusieurs fragments de frondes récoltés à Decazeville et en Sarre (assise de Breitenbach) ont pu être attribués à cette espèce décrite par P. Corsin.

Pecopteris truncata ROST.*Pecopteris truncata* ROST [1839, p. 28].*P. truncata* ROST. Zeiller [1906, p. 42, pl. X, fig. 1].

Cette espèce n'est connue qu'à l'état fructifié. Plusieurs empreintes lui ont été rapportées par comparaison avec les figures de Zeiller [1906].

Pecopteris unita BRONGNIART.*Pecopteris unita* BRONG. [1836, I, p. 342, pl. 116, fig. 1-5].*P. unita* BRONG. Zeiller [1888, p. 162, pl. XVIII, fig. 1-5].*P. unita* BRONG. Corsin [1951 b, p. 350, fig. 95, pl. CLXXXIX, CXC et CXCI, fig. 1-3].

Dans l'ensemble, cette espèce présente des caractères typiques qui écartent toute possibilité de confusion. *P. arcuata* HALLE [1927] est une forme très voisine de *P. unita*, dont elle se distingue par des nervures latérales moins rectilignes et plus arquées.

Pecopteris wongi HALLE.*Pecopteris wongi* HALLE [1927, p. 87, pl. 21, fig. 5-13, non pl. 22, fig. 1-10].*P. wongi* HALLE. Corsin [1951 b, p. 323, fig. 84, pl. CXCIII, fig. 1 ; CXCIIV].

P. Corsin a rapporté à cette espèce plusieurs empreintes du Stéphanien supérieur du bassin de la Loire : je ne l'ai observée dans aucun autre gisement du Massif Central, il s'agit d'une forme très proche de *P. polymorpha* BRONG.

Pecopteris (?) cf. *grandifolia* FONTAINE et WHITE *sp.**Callipteridium grandifolium* FONTAINE et WHITE [1880, p. 58, pl. XV, fig. 1-4 ; XVI, fig. 2-4].*Pecopteris* cf. *grandifolia* FONTAINE et WHITE. Zeiller [1906, p. 51, pl. XVII, fig. 6].

Je n'ai pas cru devoir modifier cette détermination de Zeiller bien que je n'ai trouvé aucune autre empreinte susceptible d'être rattachée à cette espèce. Son attribution au genre *Pecopteris* me paraît toutefois assez discutable.

II. Ptéridospermales et espèces rapportées aux Ptéridospermales.

Famille Aléthoptéridées.

Les Aléthoptéridées groupent des formes à frondes généralement trois fois divisées, garnies de grandes pinnules largement adhérentes au rachis, pécoptéroïdes ou décurrentes sur lui. Elles comprennent plusieurs genres qui se répartissent en deux groupes :

I. Formes portant des pennes intercalaires sur le rachis primaire.

- 1) Formes munies de pinnules intercalaires sur les rachis secondaires, entre les pennes secondaires : Genre *Callipteridium*.
- 2) Formes sans pinnules intercalaires entre les pennes secondaires : Genre *Pecopteridium*.

II. Formes dépourvues de pennes et de pinnules intercalaires.

- 1) Formes à nervures latérales non anastomosées : Genre *Alethopteris*.
- 2) Formes à réseau nervuraire anastomosé : Genre *Lonchopteris*.

Pour P. Bertrand [1932], les Alethoptéridées vraies se réduiraient aux deux seuls genres *Alethopteris* et *Lonchopteris*. Les genres *Callipteridium* et *Pecopteridium* devraient être rattachés aux Neuroptéridées. Cette distinction devient inadmissible si, au lieu d'envisager uniquement la forme des pinnules, on considère l'architecture des pennes et des frondes. Il existe en effet, une réelle différence dans l'architecture des frondes de Neuroptéridées d'une part, des *Callipteridium* et *Pecopteridium* d'autre part. La fronde des Neuroptéridées (*Neuropteris* ou *Odontopteris*)

est symétrique par rapport au plan passant par le rachis principal. Chez *Callipteridium* ainsi que chez *Pecopteridium*, la fronde est ramifiée alternativement à droite et à gauche, par fausse dichotomie ou dichotomie inégale. Cette architecture est bien celle des Aléthoptéridées. L'opinion de P. Bertrand ne doit donc pas être retenue.

On a l'habitude de rattacher encore aux Aléthoptéridées d'autres genres dont la position systématique est en partie mal connue, ainsi *Callipteris*, *Lescuropteris*, *Emplectopteris*, *Validopteris* et *Desmopteris*. Les genres *Callipteris*, *Lescuropteris* et *Emplectopteris* possèdent sur les rachis primaires, entre les pennes secondaires, des pinnules ou des pennes intercalaires. Mais les *Callipteris* diffèrent des Aléthoptéridées par l'architecture de leurs frondes, à ramifications particulièrement irrégulières. Les auteurs récents classent les *Lescuropteris* et les *Emplectopteris* dans les Ptéridospermées autres que les Aléthoptéridées. Le genre *Desmopteris* a été rattaché aux Corynéptéridées qui sont des Fougères [Nemejc, 1938]. Il n'est donc plus question de le rapprocher des Aléthoptéridées. La position systématique de *Validopteris* est encore incertaine.

Genre *Alethopteris* STERNBERG 1826.

Alethopteris STERNBERG [1826, I, fasc. 4, p. XXI].
Alethopteris STERNBERG. Zeiller [1888, p. 202].

Pinnules généralement obliques, décurrentes sur le rachis auquel elles sont fixées par toute la largeur de leur base, adhérentes entre elles à la base, entières, à sommet tantôt aigu, tantôt arrondi et à surface supérieure convexe. Le limbe est donc decurrent sur le rachis et il le borde. Pinnule extrême de chaque penne généralement plus longue que les précédentes. Rachis non garni de pinnules entre la base des pennes. Pennes primaires bipinnées sur la plus grande partie de leur étendue, simplement pinnées vers leur sommet ; les pennes secondaires garnies de petites pinnules étant remplacées, après avoir diminué de taille, par de grandes pinnules simples. Nervure médiane nette, se prolongeant presque jusqu'au sommet des pinnules ; nervures secondaires se détachant sous un angle assez ouvert, puis s'étalant presque aussitôt pour prendre une direction normale au bord du limbe ; nervures secondaires fines, nombreuses, simples ou dichotomes.

Je n'ai pas jugé utile d'adopter la distinction d'un sous-genre *Macralethopteris*, créé par Jongmans et Gothan pour les formes à très grandes pinnules. Remy [1953] réserve ce terme aux *Taeniopteris* à frondes pinnées dont les fructifications sont encore inconnues.

Alethopteris grandini BRONGNIART sp.

Pecopteris grandini BRONGNIART [1832, I, p. 286, pl. XCI, fig. 1-4].
Alethopteris grandini BRONG. Zeiller [1888, p. 203, pl. XXI, fig. 1-8].
A. grandini BRONG. Bertrand [1932, p. 76].

Les formes stéphaniennes, correspondant aux espèces attribuées par Grand'Eury et Zeiller à *A. grandini* BRONG., s'écartent sensiblement de la forme type, figurée par P. Bertrand et provenant des flambants de Sarre et Lorraine. Elles présentent les particularités suivantes : pinnules plus développées et plus allongées ; nervures plus serrées et rectilignes (pas du tout ondulées) ; pinnule terminale, large, massive et lobée. Pour P. Bertrand [1932], ces différences justifieraient, pour les formes du Massif Central, la création d'une espèce nouvelle distincte de *A. grandini* BRONG. J'ai cependant conservé le nom spécifique de Brongniart, en attendant une révision générale de cette espèce dont les frondes présentent un polymorphisme assez accusé.

Alethopteris grand'euryi ZEILLER.

Alethopteris grand'euryi ZEILLER [1888, p. 207, pl. XXII, fig. 1-4].

A. grand'euryi a été rapporté à tort par Franke, à son *Alethopteris discreta* (identique au *Callipteris discreta* de Weiss [in Potonié, 1913]. Comme l'avait souligné P. Bertrand [1932], l'espèce

de Franke n'est pas un *Alethopteris* : les pinnules ne sont pas adhérentes entre elles et leurs bords inférieurs sont toujours obliques et non décurrents. Il s'agit donc probablement d'un *Odontopteris* ou plutôt d'un *Mixoneura*, appartenant à une région où les pinnules sont attachées par toute leur base. De plus, les nervures principales s'amorcent simplement à la base des pinnules.

L'espèce de Commentry, par contre, à pinnules adhérentes entre elles à la base et décurrentes sur le rachis, munies d'une nervure principale nette, se rapporte incontestablement au genre *Alethopteris* (les caractères sont bien visibles sur les fig. 1, 2 et 4 de Zeiller [1888]).

Alethopteris minuta ZEILLER.

Alethopteris minuta ZEILLER [1906, p. 79, pl. XIV, fig. 3].

A. minuta ZEILLER. Franke in Potonié [1913, Lief. IX, n° 175, fig. 1].

Je n'ai pas cru devoir modifier la détermination de Zeiller pour l'exemplaire provenant de l'Autunien supérieur de Charmoy. Mais je n'ai trouvé aucune empreinte pouvant être rapportée à cette espèce.

Genre *Callipteridium* WEISS 1870.

Callipteridium WEISS [1870, XXII, p. 858].

Callipteridium WEISS. Zeiller [1888, p. 193].

Frondes tripinnées. Rachis primaires garnis entre les pennes primaires bipinnées de petites pennes simplement pinnées et pinnules attachées directement sur lui. Pinnules attachées par toute leur base, souvent un peu soudées les unes aux autres, à bords parallèles ou légèrement convergents, entières, arrondies ou obtusément aiguës au sommet. Souvent légèrement arquées vers l'extrémité de la penne. Nervure médiane nette mais se subdivisant en nervures avant d'atteindre le sommet des pinnules; nervures secondaires obliques par rapport à la nervure principale et aux bords du limbe, une ou plusieurs fois bifurquées sous des angles aigus; nervures inférieures naissant directement du rachis.

Weiss avait considéré les *Callipteridium* comme représentant un sous-genre groupant certains *Odontopteris* à caractères particuliers. Cette opinion émise par P. Bertrand [1932] est erronée : les *Callipteridium* s'éloignent sensiblement des *Odontopteris*, notamment par l'architecture de leurs frondes. Il faut également rejeter l'opinion de Zeiller [1888] qui considère les *Callipteridium* comme un genre distinct, plus proche des *Pecopteris* que des *Odontopteris*. Il s'agit très probablement de Ptéridospermées, tandis que les *Pecopteris* sont des Fougères. Les deux genres se distinguent aussi par les caractères de leurs frondes. De plus, chez *Callipteridium*, il y a des nervures partant directement du rachis, chez *Pecopteris* elles s'individualisent toutes à partir de la nervure principale.

Je continuerai donc à ranger les *Callipteridium* dans la famille des Aléthoptéridées.

Callipteridium pteridium SCHLOTHEIM *sp.*

Filicites pteridius SCHLOTHEIM [1820, Bd I, p. 406, pl. XIV, fig. 27].

Callipteridium pteridium SCHLOTH. Zeiller [1888, p. 194, pl. XIX, fig. 1-3].

J'ai rapporté à cette espèce les empreintes dont les caractères correspondent à la description consignée par Zeiller dans la flore du terrain houiller de Commentry. Cette espèce présente des caractères très nets qui n'ont fait l'objet d'aucune discussion.

Callipteridium gigas GUTBIER *sp.*

Pecopteris gigas GUTBIER [1849, p. 14, pl. VI, fig. 1-3].

Callipteridium gigas GUTBIER. Zeiller [1888, p. 199, pl. XX, fig. 1-3].

C. gigas GUTBIER. Franke in Potonié [1913, Lief. IX, n° 180, fig. 1 et 2].

La distinction de cette espèce avec *C. pteridium* est parfois délicate, surtout dans le cas où l'on ne dispose que d'empreintes fragmentaires. Elle en diffère cependant par les dimensions

plus considérables de toutes ses parties ; ses pinnules étroitement contiguës et ses nervures secondaires plus serrées, toujours plusieurs fois bifurquées.

Conformément à l'opinion de Franke [*in* Potonié, 1913], j'ai attribué à *C. gigas* GUTB. les empreintes qui avaient été rapportées par Zeiller [1890] à *Callipteridium regina* ROEMER.

Callipteridium rotundifolium BERTRAND.

Il s'agit d'une espèce inédite créée par P. Bertrand et dont la diagnose n'a pas été publiée, à ma connaissance. P. Corsin a bien voulu me montrer les échantillons correspondant à cette dénomination et provenant du Stéphanien supérieur de la Loire. J'ai pu me rendre compte que *C. rotundifolium* diffère des autres espèces connues.

Callipteridium rochei ZEILLER.

Pl. II, fig. 1-3 et texte-fig. 5.

Callipteridium rochei ZEILLER [1890, p. 80, pl. IX, fig. 1-3].

J'ai rapporté à cette espèce une empreinte de l'Autunien de Lodève représentant la région terminale d'une penne primaire. L'espèce, fondée sur un matériel assez réduit, avait été supprimée par Franke qui attribua les empreintes d'Autun à *Alethopteris subelegans*. Les échantillons



FIG. 5. — *Callipteridium rochei* ZEILL., $\times 2$.

figurés par Zeiller ne comprennent que des penne secondaires et le caractère distinctif du genre *Callipteridium* (présence de pinnules rachidiennes entre les bases d'insertion des penne secondaires) n'y est pas visible.

L'empreinte de Lodève comprend un fragment de penne probablement primaire, long de 9,5 cm. Le *rachis secondaire* est assez grêle, sinueux, strié longitudinalement, large au sommet de 0,5 mm et s'épaississant progressivement pour atteindre une largeur de 2 mm à la base de l'échantillon. Il s'agit de l'extrémité d'une penne primaire. A sa partie inférieure, le rachis secondaire est garni de pennes secondaires qui passent graduellement à des pinnules pinnatifides puis, à l'extrémité, à de grandes pinnules simples, légèrement adhérentes entre elles à la base, à la manière des pinnules d'*Alethopteris*. Les *pennes secondaires* sont longues de 6,5 cm, à peine inclinées sur le rachis, opposées et sensiblement équidistantes. Les *pinnules normales* sont très élargies à leur base, munies du côté inférieur d'une oreillette plus ou moins développée ; elles sont de forme sensiblement triangulaire, adhérentes entre elles à la base, s'amincissant un peu vers leur extrémité. A l'extrémité des pennes secondaires, les pinnules se soudent pour former une pinnule terminale de forme spatulée, portant 1 à 3 lobes à sa base. La pinnule terminale de la penne primaire est incomplète sur l'échantillon. Les *pinnules intercalaires ou rachidiennes* sont fixées sur le rachis secondaire, entre les bases d'insertion des pennes secondaires, triangulaires, diminuant progressivement vers l'extrémité de la penne primaire et disparaissant complètement quand les pennes pinnatifides font place à de grandes pinnules. Les plus grandes ont une largeur de 4,5 mm à la base, pour une longueur de 5 mm.

La *nervation des pinnules normales* comprend une nervure médiane forte, se poursuivant jusqu'aux deux tiers des pinnules, faiblement décurrente à sa base sur le rachis tertiaire. Les *nervures secondaires* sont sinueuses, arquées, plusieurs fois divisées, à la base des pinnules, de part et d'autre de la nervure médiane, les *nervures latérales* sont issues directement du rachis. La *nervation des pinnules intercalaires* comprend une nervure médiane à peine marquée, réduite à un point d'où rayonnent des nervures égales, arquées et plusieurs fois divisées. Quelques nervures latérales partent directement du rachis. Dans les pinnules rachidiennes de l'extrémité de la penne primaire, il n'y a aucune trace de nervure médiane : les nervures égales partent toutes du rachis secondaire.

Quelques empreintes plus réduites, provenant du même gisement, se rapportent vraisemblablement à la même espèce.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Les empreintes de Lodève se rangent sans conteste dans le genre *Callipteridium*. Il s'agit toutefois d'une espèce qui ne peut être confondue avec les formes classiques : *Callipteridium pteridium* et *C. gigas*.

A première vue elle se distingue de *C. pteridium* par l'ensemble de ses caractères. Elle se rapproche davantage de *C. gigas* GUTBIER, dont elle se distingue cependant par les caractères suivants : forme et dimensions de ses pinnules beaucoup plus petites, moins rectilignes et plus triangulaires, plus nettement adhérentes entre elles à la base ainsi que par la nervation plus accusée et plus lâche. Elle s'écarte de *C. pteridium* SCHLOTH. par ses pinnules plus arrondies à leur extrémité, parfois légèrement adhérentes entre elles à la base, à la manière des *Alethopteris* ; par son limbe moins épais ; par ses nervures plus sinueuses et par ses pinnules terminales plus grandes et plus arrondies.

Par ses pinnules de forme triangulaire, légèrement soudées les unes aux autres à leur base, elle se rapproche de *C. trigonum* FRANKE (espèce du Stéphanien de Bohême), mais les pinnules de ce dernier sont plus nettement arquées en faux.

L'espèce de Lodève présente, enfin des ressemblances indéniables avec *C. rochei* ZEILLER (*C. pteroides* WEISS), de l'Autunien d'Autun. On remarque en particulier les pinnules munies du côté inférieur d'une oreillette arrondie faiblement saillante et les nervures secondaires naissant directement du rachis, en particulier du côté inférieur des pinnules.

Comme sur l'empreinte décrite par Zeiller dans l'étage d'Igornay [Zeiller, 1890], on voit cette oreillette se souder progressivement au rachis tertiaire, et s'atténuer vers l'extrémité des pennes.

Il est à noter que Zeiller n'a jamais observé de pennes primaires portant, entre les bases d'insertion des pennes secondaires, des pinnules fixées directement sur le rachis, caractère distinctif du genre *Callipteridium*. Les échantillons figurés par cet auteur ne représentent que des fragments de pennes secondaires. Franke avait donc attribué ces formes au genre *Alethopteris* et les

avait assimilées à *Alethopteris subelegans*. La fig. 1 décrite sous ce nom est probablement un *Callipteridium*, la fig. 2 se rapproche davantage des *Alethopteris* par ses pinnules légèrement adhérentes entre elles à la base à nervure principale plus forte. Les pennes secondaires, décrites par Zeiller, me paraissent identiques à celles de l'échantillon plus complet de Lodève. Il convient de reprendre pour toutes ces formes la dénomination de *C. rochei*, inaugurée par Zeiller, l'espèce se rapportant bien au genre *Callipteridium* et non au genre *Alethopteris* comme l'avait supposé Franke. *C. rochei* a été récolté de plus dans l'Autuno-Stéphanien du bassin de Villé [Zeiller, 1894 b].

Genre *Pecopteridium* BERTRAND 1932.

Pecopteridium BERTRAND [1932, p. 86].

Pinnules droites ou arquées, à bords parallèles ou convergents, attachées au rachis par toute leur base ou faisant avec lui un angle de 80°, non décurrentes sur le rachis en général, mais adhérentes entre elles à la base ou contiguës.

Nervation : nervure médiane nette, mais n'atteignant pas le sommet de la pinnule, nervures latérales obliques aux bords de la pinnule, bifurquées deux fois ou plus. Fronde tripinnées, offrant une architecture semblable à celle des frondes de Callipteridium à ramification subdichotome. Pas de pinnules intercalaires entre les pennes secondaires, mais des pennes intercalaires, généralement bipartites, plus ou moins semblables aux pennes secondaires normales, ou plus ou moins anormales, insérées sur le rachis primaire, entre les pennes primaires.

Pecopteridium costei ZEILLER.

Alethopteris costei ZEILLER [1906, p. 75, pl. XV, fig. 1, pl. XVI, fig. 1].

J'ai rapporté à cette espèce, décrite par Zeiller sur un important matériel provenant du bassin de Blanzky, des empreintes généralement fragmentaires et récoltées à Decazeville, à Saint-Étienne et en Sarre dans l'assise de Breitenbach.

Pecopteridium magnum nov. sp.

Pl. III, fig. 1.

Cette nouvelle espèce a été récoltée par P. Vetter dans le Stéphanien supérieur de Decazeville (formation du Mazel) ¹.

Il s'agit d'une forme se rapprochant à la fois de *Pecopteridium costei* ZEILLER et de *Callipteridium gigas* GUTBIER. Les pinnules sont toutefois beaucoup plus larges par rapport à leur longueur que celles de *P. costei*. Les nervures secondaires sont très denses et parfois un peu sinueuses comme chez certaines pinnules de *C. gigas*. L'espèce a été rapportée au genre *Pecopteridium* en raison de la présence de petites pennes bipartites fixées directement sur le rachis primaire, entre deux pennes primaires consécutives. *Pecopteridium magnum* n'a été récolté jusqu'à présent que dans le gisement de Sauguières (bassin de Decazeville), mais de nombreux exemplaires, dont quelques-uns sont très étendus, permettent de se faire une idée assez nette de l'architecture de ses frondes.

Famille Calliptéridées.

Genre *Callipteris* BRONGNIART 1849.

Callipteris BRONGNIART [1849, p. 24].

Callipteris BRONG. Zeiller [1890, p. 84].

Callipteris BRONG. Gothan in Potonié [1907, Lief. V, n° 84].

Pennes primaires décurrentes sur le rachis commun, celui-ci étant garni, entre leurs points d'insertion, de pinnules faisant suite à celles des pennes et décroissant graduellement de la base de l'une

1. La description fera l'objet d'une note, encore inédite.

jusqu'à l'origine de celle qui est située immédiatement au-dessous. Pinnules attachées au rachis par toute leur base, ordinairement arquées vers la base de la penne, plus ou moins obliques, décurrentes vers le bas, le plus souvent contiguës au moins à la base et alors légèrement soudées entre elles, tantôt entières, tantôt légèrement crénelées ou même lobées, plus rarement tout à fait pinnatifides, à sommet arrondi ou obtus. Nervure médiane arquée et décurrente à la base, se suivant jusqu'à plus ou moins près du sommet des pinnules, nervures secondaires obliques, tantôt simples, tantôt une ou plusieurs fois bifurquées; nervures inférieures, au-dessous de la nervure médiane, naissant directement du rachis.

Le genre *Callipteris* groupe un certain nombre de Végétaux de forme générale assez variable. Leur caractère commun est l'existence de pinnules anormales fixées directement sur le rachis entre les bases d'insertion des pennes. Ces pinnules décroissent graduellement depuis la base d'une penne jusqu'à l'origine de celle qui la suit immédiatement vers le bas de la fronde; elles représentent la partie inférieure des pennes primaires, décurrentes vers le bas sur le rachis principal. Cette décurrence des pennes primaires sur le rachis principal n'est pas toujours très apparente.

La présence de pinnules anormales, fixées directement sur le rachis principal, justifie, en partie, le rattachement de ce genre aux Aléthoptéridées, à côté des genres *Callipteridium*, *Pecopteridium*. Mais la forme générale de ces Végétaux ainsi que leurs caractères nervuraires diffèrent sensiblement de ceux des *Callipteris*. Les *Callipteridium* possèdent, entre les bases d'insertion de deux pennes consécutives, une seule pinnule anormale, de forme toujours deltoïde. De plus, leurs frondes pouvaient atteindre des dimensions considérables alors que les *Callipteris* semblent avoir été plutôt des Végétaux herbacés. On n'observe jamais chez les *Callipteridium* la décurrence des pennes primaires le long du rachis principal. L'architecture des frondes de *Callipteris* ne permet pas de les inclure dans la famille des Aléthoptéridées.

Une autre particularité du genre *Callipteris* réside, en effet, dans l'extraordinaire densité du feuillage de ses frondes. Celle-ci résulte de leur mode de division qui est assez irrégulier. Sur certaines frondes de *Callipteris*, on observe, en effet, le passage d'une dichotomie égale et régulière à une dichotomie sympodique. Les intervalles séparant deux dichotomies consécutives sont toujours assez courts [Gothan *in* Potonié, 1907, fig. 1].

Les rachis primaires de ces Végétaux pouvaient atteindre des épaisseurs considérables; ils étaient nus dans leur partie inférieure, contrairement à ce que l'on observe chez certains genres carbonifères dont les rachis étaient feuillés jusqu'à la base. Ce caractère s'expliquerait par la nature herbacée des *Callipteris* dont les frondes pétiolées sortaient peut-être directement du sol, à la manière de beaucoup de Fougères actuelles, tandis que les frondes des formes arborescentes, feuillues jusqu'à leur base ou munies de grandes pinnules anormales, s'inséraient sur des troncs.

Dans une révision des principales espèces du genre *Callipteris*, Gothan avait souligné le polymorphisme très accusé que pouvaient présenter leurs frondes [*in* Potonié, 1907].

Deux grands groupes ont ainsi pu être distingués :

1. Des formes à pinnules entières, largement arrondies à leur extrémité, à feuillage peu découpé, se rapprochant de certaines Aléthoptéridées.

2. Des formes très découpées, à pinnules souvent réduites à de minces lanières, dont l'aspect général rappelle plutôt certains *Sphenopteris*, avec lesquels on les avait confondues primitivement. La décurrence des pennes primaires le long du rachis principal est moins nette chez les formes sphénoptéroïdes, que chez les représentants du premier groupe. Le lobe basilaire des pinnules, qui en représente la portion décurrente sur le rachis, est souvent séparé du lobe suivant par un sillon si fortement marqué qu'il devient tout à fait indépendant.

Un examen attentif des différentes espèces de *Callipteris* m'a permis de constater qu'il y a en réalité une évolution progressive de la forme-type, *Callipteris conferta* STERNB., aux formes

les plus aberrantes [Doubinger, 1954]. Les sillons séparant les pinnules (ou les lobes des pennes pinnatifides) deviennent de plus en plus profonds. Les différences qui séparent deux espèces voisines sont souvent si minimes qu'il est permis de se demander si elles sont suffisantes pour justifier une distinction spécifique. Les formes affines ont été groupées autour de cinq grands types. Ces différents ensembles dériveraient les uns des autres en deux lignées parallèles issues toutes les deux de *C. conferta* STERNB.

Groupe du *C. conferta* STERNB.

(*C. conferta* STERNB., *C. subauriculata* WEISS, *C. julieri* ZEILL.)

Groupe du *C. pellati* ZEILL.

(*C. pellati* ZEILL., *C. diabolica* ZEILL., *C. curretiensis* ZEILL.,
C. lodevensis BRONG., *C. martinsi* GERMAR, *C. zeilleri* ZAL.,
C. biarmica ZAL., *C. uralensis* ZAL.).

Groupe du *C. naumanni* GUTB.

(*C. naumanni* GUTB., *C. oxydata* GOEPP.,
C. bibractensis ZEILL.).

Groupe du *C. lyratifolia* GOEPP.

(*C. lyratifolia* GOEPP., *C. nicklesi* ZEILL.,
C. polymorpha STERZEL, *C. flabellifera* WEISS).

Groupe du *C. strigosa* ZEILL.

(*C. strigosa* ZEILL., *C. raymondi* ZEILL.,
C. bergeroni ZEILL., *C. scheibei* GOTHAN,
C. moureti ZEILL., *C. laceratifolia* HALLE,
C. termieri CARP.).

On peut se demander si les différentes espèces affines constituant un même groupe ne sont pas plutôt des variétés locales ou régionales de l'espèce-type de ce groupe. Leur extension géographique, souvent limitée à un seul bassin ou à un petit nombre de gisements, serait en faveur d'une telle interprétation.

POSITION SYSTÉMATIQUE DU GENRE *CALLIPTERIS*. L'appareil reproducteur de ces Végétaux est encore très imparfaitement connu. Leur position systématique, basée uniquement sur la morphologie de l'appareil végétatif, est donc incertaine.

Weiss [1870] avait observé des épaississements sur le bord de certaines pinnules de *Callipteris* et les avait assimilés à des sores marginaux comparables à ceux des frondes fertiles de certains *Pteris* actuels; il s'agissait en réalité de pinnules stériles à bords enroulés et non d'appareils sporifères de Fougères.

Grand'Eury [1908] a décrit des graines groupées en régimes séparés, indépendants des frondes stériles. Ces graines sont portées par des axes semblables aux rachis des *Callipteris* qui leur sont étroitement associés. Sur des schistes de même provenance (schistes bitumineux de Margenne, des Télôts, de Toulon-sur-Arroux), il note la présence de nombreuses graines de « *Carpolithes variabilis* » qu'il attribue, sans preuve péremptoire, aux *Callipteris* du groupe du *C. conferta*. Il donne enfin la description détaillée d'organes mâles « semblables à d'énormes *Crossotheca* ».

Lors d'un séjour au laboratoire de Paléobotanique de la Faculté des Sciences de Lille, j'ai pu examiner les échantillons qui ont fait l'objet des descriptions de Grand'Eury.

Sur une plaque de schistes provenant des Télôts, se trouve un axe ramifié entièrement dépourvu de feuilles. De nombreuses stries longitudinales lui donnent un aspect fibreux. Les rameaux portent à leur extrémité de petites graines ovoïdes, longues de 5 à 7 mm pour une largeur maximum de 4 à 5 mm; ces graines sont striées, ce qui laisse supposer qu'elles possédaient une enveloppe fibreuse. L'aspect strié des rameaux ainsi que leur mode de division présentent des ressemblances certaines avec les rachis d'une fronde de *C. naumanni* GUTBIER de même provenance.

Une autre plaque de schistes provenant également des Télôts, porte de nombreuses graines isolées, décrites par Grand'Eury sous le nom de « Carpolithes » (graines de *Callipteris*). Ces graines sont absolument identiques à celles que porte l'axe ramifié décrit ci-dessus.

Des graines de même aspect sont associées à des fragments de *C. naumanni* et de *C. conferta*, sur des schistes de même provenance conservés dans la collection de l'École des Mines de Paris.

Malgré le grand nombre de frondes de *Callipteris* que j'ai observées, je n'ai jamais pu voir de connexion entre de tels organes et l'appareil végétatif des *Callipteris*. En l'absence de certitude, on ne peut donc tirer aucune conclusion précise de ces observations.

Pour Gothan [*in* Potonié, 1907], les *Callipteris* seraient des Cycadées, donc des Gymnospermes et non des Ptéridospermées. L'étude comparée des cuticules et des stomates de Gymnospermes actuelles et fossiles a conduit Florin à rapporter les *Callipteris* au groupe des Cycadofilicinées (cité dans Carpentier [1952]). White place les *Callipteris* à l'origine des *Supaia* du Permien de l'Arizona et des *Thinnfeldia* du Trias (cité dans Carpentier [1927]). Harris souligne des ressemblances morphologiques surprenantes entre les frondes des *Lepidopteris* rhétiens et celles des *Callipteris* (cité dans Carpentier [1952]). Les observations de Carpentier confirmeraient cette opinion : de petits disques lobés ont été décrits par cet auteur sur des schistes autuniens de Lodève, ces organes seraient semblables aux réceptacles séminifères des *Lepidopteris* rhétotriasiques [Carpentier, 1952].

Emberger [1944] pense que *Strobilites* SCHIMPER et MOUGEOT, du Permien, dont les graines aplaties ressemblent à *Samaropsis fluitans*, se rapporteraient peut-être aux frondes de *Callipteris* en compagnie desquelles on les a trouvés. Dans les gisements permien de Bohême et du Maroc, on a noté la présence d'organes microsporangifères comparables aux *Crossotheca* carbonifères et aux *Pteruchus* triasiques [Carpentier, 1930 b]. Enfin, dans une note récente, Carpentier [1952] attribue de petites graines du Permien d'Autun, rapportées autrefois à *C. conferta*, à des inflorescences comparables à celles des *Cordaites* ou plutôt à celles des Walchiées (Conifères anciennes).

Il faut donc attendre la découverte d'organes plus complets pour préciser la position systématique du genre *Callipteris*. L'ensemble des observations concernant leur structure anatomique et l'organisation de leur appareil reproducteur, tendent à prouver qu'il s'agit d'une Ptéridospermée plutôt que d'une Gymnosperme. Leurs affinités avec les Caytoniales, les Corystospermacées et les Peltaspermacées du Trias-Rhétien, soulignées par divers auteurs, présentent un intérêt indiscutable. En s'apparentant à des formes qui sont de véritables précurseurs des Angiospermes, les *Callipteris* s'écarteraient donc sensiblement de la flore carbonifère. Aussi les auteurs récents [Arnold, 1947] classent les *Callipteris* avec les Ptéridospermées. Il faut enfin mentionner la découverte par M. W. Remy [1953] d'un organe mâle et de graines de *Callipteris*.

1. Groupe du *Callipteris conferta* STERNBERG.

Callipteris conferta STERNBERG *sp.*

Pl. III, fig. 2 et 3 ; IV, fig. 1 et 3 ; VII, fig. 2 ; et texte-fig. 6.

Neuropteris conferta STERNBERG [1826, I, fasc. IV, p. xvii ; 1833, II, fasc. V-VI, p. 75, pl. XXII, fig. 5].
Callipteris conferta STERNB. Zeiller [1890, p. 87, pl. V, fig. 3 ; VI, fig. 1-3].
C. conferta STERNB. Gothan *in* Potonié [1907, Lief. V, n° 85, fig. 1-9].

J'ai attribué au *Callipteris conferta* STERNB. les espèces correspondant aux descriptions très détaillées qui ont été rédigées par Zeiller, puis par Gothan. La détermination des empreintes fragmentaires est assez délicate : *C. conferta* semble avoir été assez polymorphe et l'on serait tenté, au premier abord, de considérer ses différentes formes comme des espèces distinctes. C'est

ainsi que Weiss [1869] avait distingué, dans l'assise de Kusel, une dizaine d'espèces de *C. conferta* : *C. deminuata*, *C. tenuis*, *C. confluens*, *C. vulgaris*, *C. paleus*, *C. obliquata*, *C. obovata*, *C. sinuata*, *C. praelongata*, *C. brevis*... dont la plupart ne semblent pas devoir être conservées. Elles correspondent fort vraisemblablement à des régions diverses d'une fronde de *C. conferta*. Certaines formes, cantonnées dans des régions où *C. conferta* est inconnu, présentent des traits originaux plus accusés qui justifieraient, d'après Gothan, l'autonomie des espèces. Ce sont :



FIG. 6. — *Callipteris conferta* STERNB., $\times 1,5$. a : fragment d'une pinnule primaire ; b : portion de rachis primaire montrant le départ des pennes primaires garnies de grandes pinnules entières ou faiblement lobées ; c et d : détails de la nervation.

C. catadroma, *C. losseni*, *C. praelongata*, *C. polymorpha*... Les trois premiers peuvent aussi être considérés comme des variétés régionales du *C. conferta* typique (Harz, Saxe, Basse-Silésie) [Gothan in Potonié, 1907]. Le polymorphisme des frondes de *Callipteris conferta* a fait l'objet d'une étude détaillée due à Zeiller [1890]. Il m'a semblé inutile de la reprendre ici. On peut noter toutefois que ce polymorphisme intéresse à la fois la forme des pinnules qui peuvent être entières ou plus ou moins crénelées ou lobées, leurs dimensions extrêmement variables sur une même fronde, ainsi que leur inclinaison sur le rachis support.

C. conferta est l'espèce la plus simple : à pinnules entières, munies de crénelures arrondies sur les régions de frondes où les pinnules, de très grande taille, deviennent pinnatifides pour pas-

ser à de véritables pennes d'ordre supérieur. Cette espèce apparaît sporadiquement durant l'Autunien inférieur où elle est le seul représentant du genre *Callipteris*. A l'Autunien moyen et surtout à l'Autunien supérieur, s'individualisent de nombreuses espèces qui, malgré des différences morphologiques apparemment considérables, dérivent toutes, d'une manière plus ou moins directe, de *C. conferta* (voir classification p. 100). Les variétés régionales de *C. conferta*, représenteraient un premier stade de cette diversification qui semble liée à la localisation géographique des individus.

Callipteris subauriculata WEISS sp.

Pl. V, fig. 1-3.

Cyatheites subauriculatus WEISS [1869, p. 71, pl. IV et V, fig. 3].

Callipteris subauriculata WEISS. Zeiller [1890, p. 95, pl. VII, fig. 1 et 2].

C. subauriculata WEISS. Gothan in Potonié [1907, Lief. V, n° 88, fig. 1].

Cette espèce est très voisine de *C. conferta*. Elle s'en distingue essentiellement par la présence d'une oreillette à la base des pinnules, et par leurs dimensions qui sont plus réduites proportionnellement aux dimensions des frondes. Les pinnules sont, en outre, plus espacées et séparées par des sinus plus profonds que chez *C. conferta*. Contrairement à l'opinion de Gothan, je pense que les échantillons provenant des schistes de Millery et attribués par Zeiller [1890] à *C. subauriculata*, se rapportent réellement à cette espèce, les pinnules en présentent, en effet, la forme caractéristique. Les dimensions des pennes sont toutefois supérieures à celles décrites par Weiss en Sarre [Zeiller, 1890, pl. VII, fig. 1 et 2]. J'ai rapporté à la même espèce une portion de penne primaire provenant également des schistes autuniens de Millery et présentant les caractères des empreintes figurées par Zeiller.

A l'heure actuelle, *C. subauriculata* n'est connu qu'en Sarre et dans le bassin d'Autun, où il se distinguerait toutefois par les dimensions plus grandes de toutes ses parties.

Callipteris jutieri ZEILLER.

Pl. VI, fig. 1-3 et texte-fig. 7.

Callipteris jutieri ZEILLER [1890, p. 97, pl. V, fig. 1 non 2].

C. jutieri ZEILLER. Gothan in Potonié [1907, Lief. V, n° 86, fig. 1 et 2].

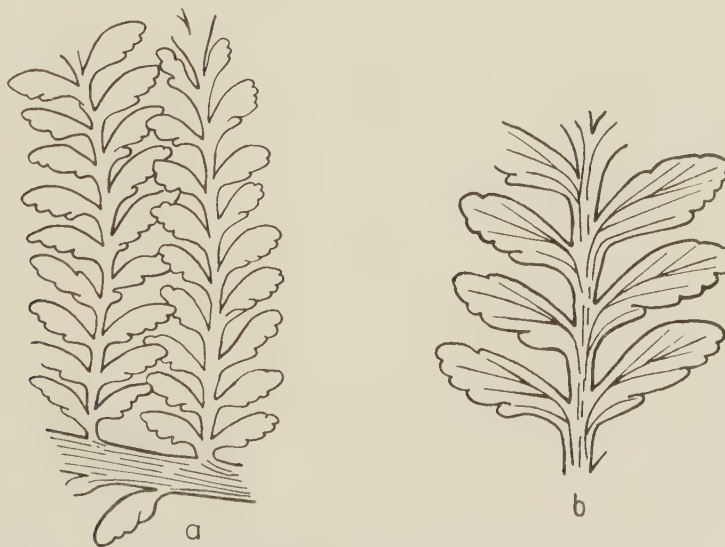


FIG. 7. — *Callipteris jutieri* ZEILL., a : portion d'une penne primaire $\times 2/3$;
b : détails de la nervation $\times 2$.

Cette espèce est encore voisine de *C. conferta* ; sur des empreintes fragmentaires, la distinction avec cette espèce est parfois difficile. *C. jutieri* se caractérise toutefois : par l'écartement de ses

pinnules qui est plus marqué que chez *C. subauriculata*, par le rétrécissement marqué à la base des pinnules, par leurs bords souvent crénelés et lobés ; on n'y observe jamais un lobe unique comme chez *C. subauriculata* et chez certaines formes pinnatifides de *C. conferta*.

L'échantillon figuré par Zeiller [1890, pl. V, fig. 2] se rapporte à *C. conferta* plutôt qu'à *C. jutieri*.

2. Groupe du *Callipteris pellati* ZEILLER.

Callipteris pellati ZEILLER.

Pl. VII, fig. 1 ; VIII, fig. 1 et texte-fig. 8 A.

Callipteris pellati ZEILLER [1890, p. 99, pl. IV, fig. 1].

C. pellati ZEILLER. Gothan in Potonié [1909, Lief. VI, n° 115].

Cette espèce a été créée par Zeiller sur un échantillon de grandes dimensions provenant de l'Autunien supérieur de Millery (bassin d'Autun). Il s'agit d'une forme dont les rapports avec la forme ancestrale *C. conferta* sont encore évidents. Elle s'apparente plus particulièrement aux formes à pinnules lobées pour lesquelles Weiss avait créé le *C. praelongata*. *Callipteris pellati* s'écarte toutefois de la variété *praelongata* par ses pinnules plus courtes par rapport à leur largeur, ainsi que plus nettement lobées, séparées les unes des autres à leur base par un lobe presque indépendant attaché directement sur le rachis.

Par la présence d'un lobe presque indépendant à la base des pennes secondaires, correspondant à la partie décurrente sur le rachis primaire, *C. pellati* représente la forme intermédiaire entre *C. conferta* et les *Callipteris* qui en dérivent en se diversifiant de plus en plus.

J'ai rapporté à *C. pellati* la portion de penne primaire figurée Pl. VII, fig. 1 et provenant de l'Autunien supérieur de Millery. La région supérieure de cette penne porte de grandes pinnules festonnées caractéristiques de *C. pellati* ; vers la base de l'échantillon, ces pinnules passent graduellement à des pinnules à peine crénelées de type *C. subauriculata* ou *C. jutieri*, puis à de grandes pinnules simples semblables à celles de *C. conferta*. Les mêmes variations s'observent sur les pennes secondaires : pinnules de type *C. pellati* à la base et dans la région moyenne, pinnules de type *C. conferta* au sommet.

Cet exemple prouve d'une façon évidente que les différentes espèces affines sont intimement liées les unes aux autres. La détermination précise de certaines formes intermédiaires s'avère donc souvent délicate et peut prêter à discussion. Seule la découverte de grands échantillons permettra ou de confirmer l'autonomie des espèces, ou d'envisager leur réduction à quelques types correspondant aux différents groupes qui ont été distingués.

Callipteris curretiensis ZEILLER.

Texte-fig. 8 B.

Callipteris curretiensis ZEILLER [1892, p. 36, pl. VIII, fig. 3 et 4].

C. curretiensis ZEILLER [1907, Lief. V, n° 91, fig. 1].

Cette espèce a été créée par Zeiller pour des empreintes récoltées par Mouret au Gourd-du-Diable, j'en ai recueilli moi-même plusieurs exemplaires dans le même gisement ce qui m'a permis d'en étudier les caractères. L'espèce a été signalée en outre, dans l'Autunien de Lodève et j'en ai reconnu plusieurs fragments récoltés récemment par M. Vetter, dans un lambeau autunien près de Planioles (Lot).

Il est assez proche parent de *C. pellati* dont il se distingue toutefois par les lobes de ses pinnules plus nettement contractés à la base et plus indépendants les uns des autres les lobes basilaires des pinnules plus petits.

Il présente aussi quelques affinités avec *C. naumanni* dont il se distingue toutefois par ses lobes plus largement arrondis.

Callipteris diabolica ZEILLER.

Texte-fig. 8 C.

Callipteris diabolica ZEILLER [1892, p. 37, pl. VIII, fig. 5].

Le type de cette espèce provient des grès autuniens du Gourd-du-Diable où elle est très abondante. Elle est caractérisée par les petites dimensions de ses pennes et de ses pinnules, et par son rachis poilu ou écailleux.

Il est très voisin de *C. curretiensis*, comme le montrent les fig. 4 A et 5 A de la pl. VIII de Zeiller [1982]. *C. diabolica* en diffère par les dimensions beaucoup plus réduites de tous ses

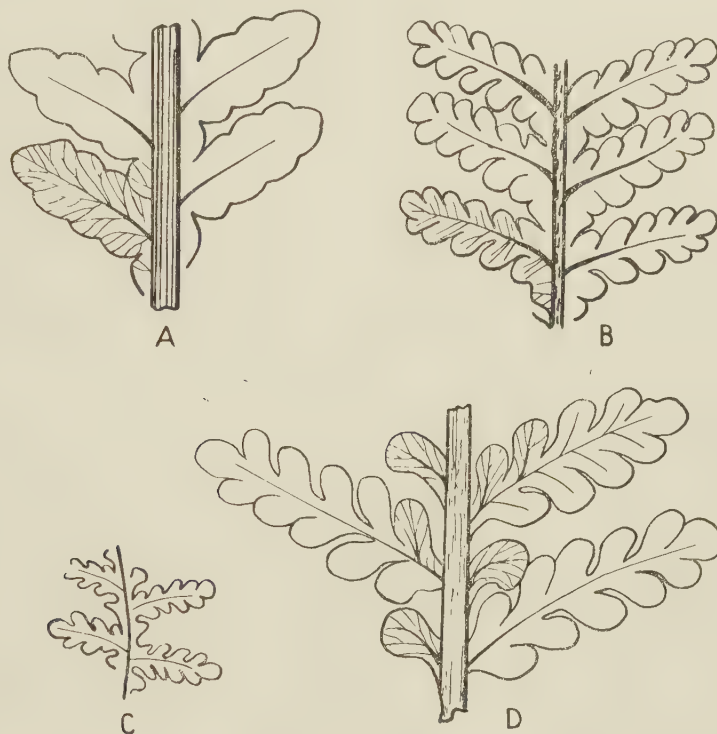


FIG. 8. — A : *Callipteris pellati* ZEILL. — B : *C. curretiensis* ZEILL.
C : *C. diabolica* ZEILL. — D : *C. lodevensis* BRONG., × 2.

éléments et par des lobes encore plus nettement séparés les uns des autres. Une telle possibilité de filiation n'avait pas échappé à Gothan comme le prouve son tableau phylogénique [*in* Potonié, 1903-1913, Lief. V, n° 84].

Callipteris lodevensis BRONGNIART sp.

Pl. VIII, fig. 2 et 3 et texte-fig. 8 D.

Pecopteris lodevensis BRONGNIART [1835, p. 339, pl. 115, fig. 5].*Callipteris lodevensis* BRONG. Zeiller [1898, p. 35, pl. II, fig. 1 et 2].*C. lodevensis* BRONG. Gothan *in* Potonié [1910, Lief. VII, n° 122, fig. 1 et 2].

Cette forme a été récoltée d'abord à Lodève d'où provient le type de l'espèce que Brongniart avait rapportée au genre *Pecopteris*. L'allure générale des pennes est en effet semblable à celle de certains *Pecopteris*. Zeiller avait déjà souligné les affinités qui la relie au *C. curretiensis*, mais elle s'en distingue par la forme des lobes qui sont toujours largement arrondis alors qu'ils sont plus tronqués chez *C. curretiensis*.

C. lodevensis présente aussi d'incontestables ressemblances avec le petit *C. martinsi* GERMAR du Zechstein. Peut-être faudrait-il lui rapporter l'empreinte du bassin de Blanzky (mines de Perrecy) que Zeiller avait attribuée à *C. martinsi*. Ce dernier se distingue toutefois de *C. lodevensis* par

ses éléments (pennes, pinnules et lobes) beaucoup plus petits; sur les pennes portant des pinnules de grande taille, les pinnules sont plus espacées et plus nettement contractées à la base, de sorte que la confusion n'est pas possible.

J'ai admis, à la suite de Gothan, la possibilité d'une filiation : *C. lodevensis*-*C. martinsi*.

3. Groupe du *Callipteris naumanni* GUTBIER.

Callipteris naumanni GUTBIER *sp.*

Pl. IX, fig. 1-2 et texte-fig. 9 A.

Sphenopteris naumanni GUTBIER [1849, p. 11, pl. VIII, fig. 1-6].

Callipteris naumanni GUTB. Zeiller [1890, p. 106, pl. I, fig. 2; II, fig. 1 et 2].

C. naumanni GUTB. Gothan in Potonié [1907, Lief. V, n° 87, fig. 1-3].

C. naumanni diffère des espèces précédentes par son aspect : ses pinnules, nettement décurrentes sur le rachis, sont divisées en lobes linéaires, se rétrécissant en pointe obtuse à l'extrémité. Ces lobes sont soudés les uns aux autres sur une portion variable de leur longueur. Le lobe basilaire est souvent nettement séparé de la pinnule et attaché directement au rachis. Les frondes de cette espèce sont assez polymorphes, suivant le degré de division des pinnules l'aspect général n'est pas le même.

Cette forme est presque aussi répandue que *C. conferta* qu'elle accompagne souvent dans les gisements de l'Autunien moyen et supérieur.

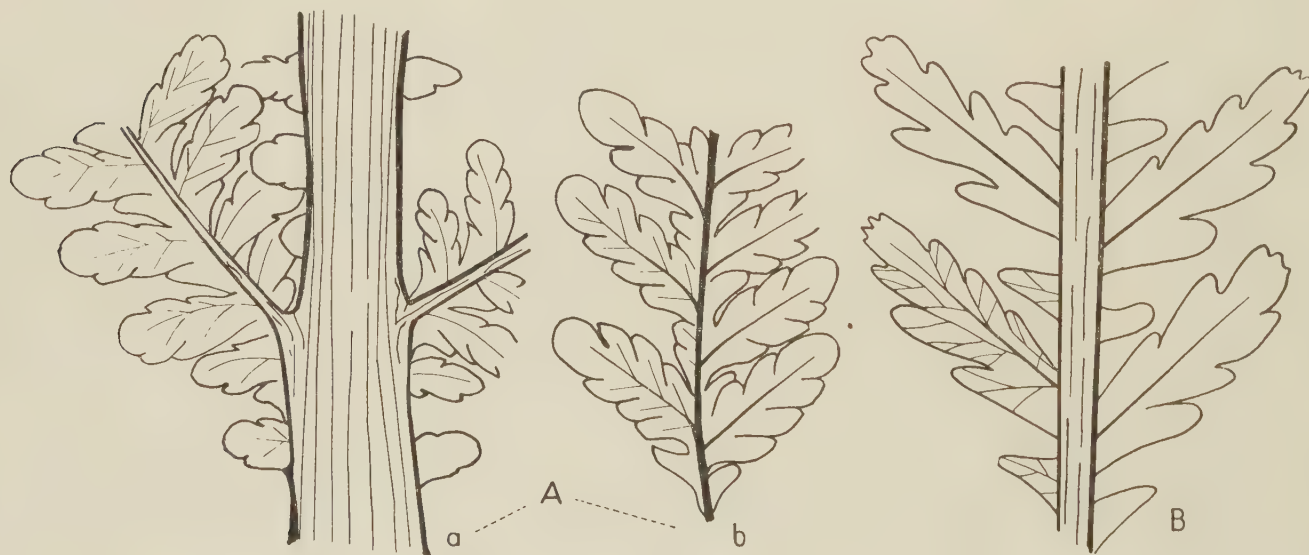


FIG. 9. — A : *Callipteris naumanni* GUTB. — B : *C. bibractensis* ZEILL., $\times 2$.
(a : fragment de rachis montrant le départ de deux pennes primaires ; b : région moyenne d'une penne primaire).

Callipteris bibractensis ZEILLER.

Pl. IV, fig. 2 et texte-fig. 9 B.

Callipteris bibractensis ZEILLER [1890, p. 102, pl. III, fig. 3].

C. bibractensis ZEILLER. Gothan in Potonié [1907, Lief. V, n° 90].

Callipteris bibractensis a été décrit par Zeiller sur des empreintes provenant des schistes autuniens de Millery. On ne l'a reconnu dans aucun autre gisement. Zeiller en a identifié plusieurs exemplaires que j'ai pu examiner dans la collection du Musée de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. Il présente des affinités avec *C. naumanni* et avec *C. lyratifolia*. Il dériverait de *C. naumanni* par l'intermédiaire de *C. oxydata* GOEPPERT (Permien de Basse-Silésie).

Il se distingue de toutes ces formes par ses pinnules assez écartées et moins profondément

lobées que celles de *C. lyratifolia* et de *C. naumanni*; par le lobe basilaire des pinnules plus indépendant que chez *C. naumanni*, et par ses nervures secondaires plusieurs fois divisées.

4. Groupe du *Callipteris lyratifolia* GOEPPERT.

Callipteris lyratifolia GOEPPERT *sp.*

Texte-fig. 10 A et B.

Sphenopteris lyratifolia GOEPPERT [1842, 3-4, pl. XIII, fig. 1 et 1a].

Callipteris lyratifolia GOEPPERT. Zeiller [1890, p. 104, pl. III, fig. 1 et 2].

C. lyratifolia GOEPPERT. Gothan in Potonié [1907, Lief. V, n° 92, fig. 1 et 2].

C. lyratifolia présente encore des affinités avec les espèces du groupe du *C. naumanni*. Il s'en distingue toutefois par les lobes latéraux de ses pinnules qui sont plus courts et plus écartés les uns des autres, par ses lobes toujours simples et non crénelés comme chez certaines formes de *C. naumanni* et par la soudure des lobes terminaux des pinnules en une expansion foliaire assez importante, de forme spatulée.

De même que *C. naumanni*, *C. lyratifolia* apparaît dès l'Autunien moyen et se multiplie à l'Autunien supérieur. On le connaît en Sarre et dans plusieurs gisements du Massif Central, mais il est inconnu dans tous les bassins renfermant *Sphenopteris germanica*.

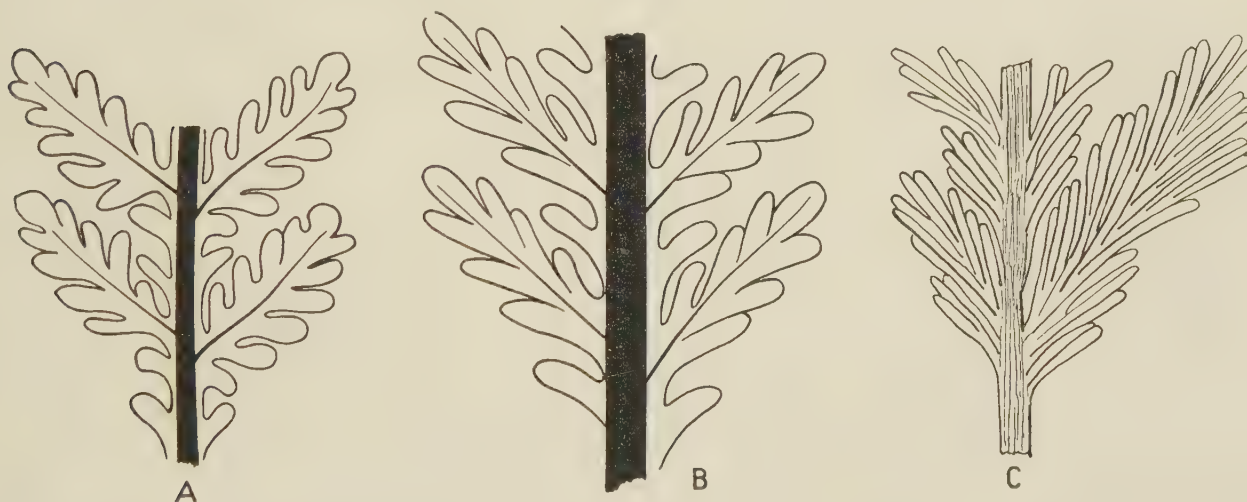


FIG. 10. — A : *Callipteris lyratifolia* GOEPP. — B : *C. lyratifolia* GOEPP. *forma stricta* ZEILL. — C : *C. nicklesi* ZEILL., $\times 2$.

Callipteris nicklesi ZEILLER.

Pl. X, fig 1 et 1a et texte-fig. 10 C.

Callipteris nicklesi ZEILLER [1898, p. 46, pl. IV, fig. 2 et 4].

C. nicklesi ZEILLER. Gothan in Potonié [1910, Lief. VII, fig. 1-3].

Cette espèce se caractérise par la forme particulière de ses pinnules dont le limbe est constitué par la juxtaposition d'étroites lanières arrondies à leur sommet et disposées en éventail faiblement ouvert.

La forme type a été récoltée dans le bassin de Lodève. On la connaît également à Neffiez, à Decize, à Planioles et en Sarre.

C. nicklesi est voisin de *C. lyratifolia* dont il se distingue par les lobes de ses pinnules qui sont plus étroits et plus allongés. Il présente aussi quelques affinités avec *C. raymondi* ZEILLER, dont les lobes sont plus espacés et de dimensions bien plus réduites.

Callipteris polymorpha STERZEL.

Pl. X, fig. 3 et 3a et texte-fig. 11 A.

Callipteris conferta var. *polymorpha* STERZEL [1886, p. 46, pl. V, fig. 4 ; VI, fig. 2 et 3 ; VII, fig. 1].
C. polymorpha STERZEL. Gothan in Potonié [1910, Lief. VII, n° 123, fig. 1 et 2 (fig. 3 ?)].

Cette espèce présente des caractères intermédiaires entre *C. nicklesi* et *C. conferta*. Elle est cantonnée principalement dans les régions où *C. conferta* paraît manquer. On l'avait donc considérée comme une variété régionale de *C. conferta*. Dans l'Autunien supérieur de Combelade, près de Sévérac-le-Château (Aveyron), j'ai déterminé une empreinte très bien conservée et présentant tous les caractères de *C. polymorpha* STERZEL. Les lobes sont moins profondément séparés que chez *C. nicklesi*, les pinnules ont un contour plus arrondi, ce qui rapproche cette forme de certaines empreintes de *C. conferta*. A la suite de Gothan, je pense qu'il s'agit d'une espèce autonome se rattachant à *C. nicklesi*, plutôt qu'au groupe de *C. conferta*.



FIG. 11. — A : *Callipteris polymorpha* STERZEL, $\times 2$.
 B : *C. flabellifera* WEISS (a : fragment de penne primaire, $\times 2/3$; b : détail des pinnules, $\times 2$).

Callipteris flabellifera WEISS sp.

Pl. X, fig. 2 et 2a et texte-fig. 11 B.

Schizopteris flabellifera WEISS [1879, p. 19, pl. II, fig. 1].
Callipteris hymenophylloides ZEILLER [1898, p. 50, pl. IV, fig. 6].
C. flabellifera WEISS. Gothan in Potonié [1907, Lief. V, n° 91, fig. 1 et 2].

Cette espèce est très voisine de *C. nicklesi* par la forme linéaire des lobes constituant ses pinnules. Mais ces lobes sont plus nettement séparés les uns des autres que chez *C. nicklesi* ; le lobe basilaire des pinnules y est plus indépendant, il est souvent une ou deux fois divisé et constitue une véritable petite penne.

C. flabellifera dériverait de *C. nicklesi* par division plus profonde des pinnules.

Dans le Massif Central, cette curieuse espèce est connue dans le bassin de Lodève. Une empreinte peu caractéristique, du bassin de Blanzky, semble devoir lui être attribuée. Elle existe, en outre, dans les Vosges et en Sarre, et foisonne dans les formations où *C. conferta* est inconnu (d'après Gothan, in Potonié [1907]).

J'avais primitivement placé *C. nicklesi*, *C. polymorpha* et *C. flabellifera* dans le groupe du

C. strigosa, en raison de l'aspect rhodéen de leurs frondes et de l'indépendance du lobe basilaire de leurs pinnules [Doubinger, 1954]. L'examen d'échantillons plus complets m'a incitée à revoir cette opinion.

5. Groupe du *Callipteris strigosa* ZEILLER.

Callipteris strigosa ZEILLER.

Pl. XI, fig. 2 et texte-fig. 12 A.

Sphenopteris (?) sp. ZEILLER [1892, p. 9, pl. I, fig. 5].

Callipteris strigosa ZEILLER [1898, p. 51, pl. IV, fig. 5].

C. strigosa ZEILLER. Gothan in Potonié [1907, Lief. V, n° 93, fig. 1].

Cette espèce avait d'abord été attribuée par Zeiller, avec quelques réserves, au genre *Sphenopteris* (bassin de Brive), elle fut rapportée au genre *Callipteris* après études d'exemplaires plus complets provenant du bassin de Lodève.

C. strigosa est caractérisé par des lobes linéaires très étroits, d'aspect rigide, largement écartés les uns des autres; le lobe inférieur des pinnules tend à s'en écarter pour devenir tout à fait indépendant.

Callipteris raymondi ZEILLER.

Pl. XI, fig. 1 et texte-fig. 12 B.

Callipteris raymondi ZEILLER [1906, p. 71, pl. XVII, fig. 3-5].

C. raymondi ZEILLER. Gothan in Potonié [1909, Lief. VI, n° 113, fig. 1, 2 et 3].

Cette espèce est assez fréquente dans les schistes autuniens de Charmoy (bassin de Blanzey) d'où provient l'échantillon-type. Elle présente d'incontestables affinités avec *C. strigosa* par la forme linéaire de ses lobes et l'allure générale de ses frondes rappelant un peu celle des frondes



FIG. 12. — A : *Callipteris strigosa* ZEILL.. — B : *C. raymondi* ZEILL. — C : *C. bergeroni* ZEILL. × 2.

stéphaniennes du genre *Zygopteris*. Elle se distingue toutefois de *C. strigosa* par les caractères suivants : dimensions moindres de toutes ses parties et lobes de ses pinnules plus fins, plus serrés et plus arqués.

C. raymondi présente de plus quelques affinités avec *C. bergeroni* ZEILLER. Gothan [in Potonié, 1909, fig. 3] figure une empreinte du Palatinat qui paraît difficile à classer et représente vraisemblablement une forme intermédiaire entre *C. bergeroni* et *C. raymondi*. Les pinnules sont plus courtes que chez *C. bergeroni*, munies de lobes plus petits que ceux de *C. raymondi*; ces lobes ne sont pas perpendiculaires à l'axe des pinnules comme chez *C. bergeroni* mais présentent la disposition légèrement arquée qui caractérise *C. raymondi*. Cet exemple souligne la difficulté,

déjà exposée plus haut, de distinguer certaines espèces, appartenant à un même groupe, quand on dispose d'échantillons trop fragmentaires.

Callipteris bergeroni ZEILLER.

Texte-fig. 12 C.

Callipteris bergeroni ZEILLER [1898, p. 53, pl. IV, fig. 1].

C. bergeroni ZEILLER. Gothan in Potonié [1909, Lief. VI, n° 114, fig. 1].

Cette espèce est représentée à Lodève par des portions de frondes très étendues. Elle est voisine de *C. strigosa* et de *C. raymondi*, dont elle se distingue par les lobes de ses pinnules qui sont très espacés et presque perpendiculaires à l'axe des pinnules, et par les rachis de divers ordres qui sont très épais par rapport aux faibles dimensions des pinnules. Le lobe basilaire des pinnules est complètement indépendant, ce qui m'avait conduit d'abord, à la suite de Gothan, à rapprocher cette espèce de *C. lyratifolia* [Doubinger, 1954]. L'aspect rhodéen de l'ensemble de ses frondes justifie plutôt le classement de *C. bergeroni* dans le groupe du *C. strigosa* et non dans celui du *C. lyratifolia*.

Callipteris moureti ZEILLER sp.

Pl. XI, fig. 3 et 4 et texte-fig. 13.

Sphenopteris moureti ZEILLER [1892, p. 6, pl. I, fig. 2-4].

Callipteris moureti ZEILLER. Gothan in Potonié [1909, Lief. VI, n° 112, fig. 1 et 2].

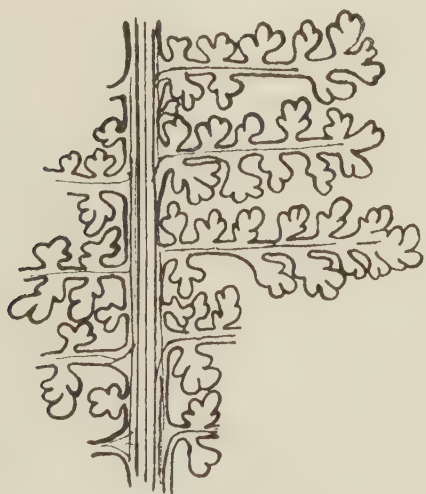


FIG. 13.

Callipteris moureti ZEILL., × 2.

J'ai rangé dans le groupe du *C. strigosa* cette forme, en réalité aberrante, que Zeiller avait attribué primitivement au genre *Sphenopteris* et qui possède des pinnules intercalaires, ce qui justifie son rattachement au genre *Callipteris* [Gothan in Potonié, 1909]. Sa place exacte est assez difficile à préciser. Zeiller avait souligné les affinités curieuses qu'elle présente avec *Sph. gutzoldi* GUTB. et *Sph. hoeninghausi* BRONG.

C. moureti présente quelques ressemblances avec *C. scheiabei* GOTHAN, du Permien de Thuringe, mais ses dimensions sont moindres. Il se caractérise par des pinnules profondément lobées et écartées, chaque lobe étant lui-même irrégulièrement découpé.

Genre *Emplectopteris* HALLE 1927.

Emplectopteris HALLE [1927, p. 122].

Ce genre, défini par Halle, est caractérisé par l'existence de pinnules anormales deltoïdes fixées directement sur le rachis entre les bases d'insertion des pennes secondaires et par une nervation irrégulièrement anastomosée. L'appareil reproducteur, décrit par Halle [1935 a], montre qu'il s'agit de Ptéridospermées différant notablement des Aléthoptéridées.

Emplectopteris ruthenensis DOUBINGER.

Emplectopteris ruthenensis DOUBINGER [1951, p. 233, fig. 1, pl. VIII, fig. 1-3].

Cette espèce du Stéphanien supérieur de Decazeville diffère de *E. triangularis* HALLE par ses pennes plus trapues, insérées normalement au rachis et par ses pinnules plus grandes, parcourues par des nervures plus espacées, plus épaisses, plus irrégulièrement anastomosées.

Famille Neuroptéridées.

La famille des Neuroptéridées groupe des Végétaux dont les frondes pouvaient atteindre des dimensions considérables, à pennes principales dissymétriques du moins à la base : les pennes situées en dedans de la bifurcation étant plus courtes et simplement pinnées, alors que celles qui étaient en dehors conservaient une longueur normale et restaient bipinnées. Cette dissymétrie disparaît vers le sommet : la surface entre les deux rachis primaires étant plus grande, les pennes de même ordre deviennent bipinnées. Les pinnules pouvaient avoir des formes variées : attachées au rachis par un seul point, échancrées en cœur à la base, à bord entier et à sommet arrondi ou aigu chez les *Neuropteris* et les *Linopteris* ; attachées au rachis par toute leur base, souvent plus ou moins arquées en faux chez *Odontopteris* ; tantôt attachées par un point et tantôt du type *Odontopteris*, les deux formes étant réunies sur une même fronde chez *Mixoneura*.

La nervation présente également des caractères variables. La nervure médiane peut être assez développée (elle est parfois nulle), se divisant toujours en nervules avant d'atteindre le sommet des pinnules. Les nervures secondaires sont le plus souvent nombreuses, arquées, plusieurs fois dichotomes, libres (*Neuropteris*, *Odontopteris*) ou anastomosées en réseau (*Linopteris*).

Au-dessous des points de bifurcation, le rachis principal porte chez la plupart des Neuroptéridées de grandes folioles simples, à bords entiers ou laciniés, réniformes, orbiculaires ou ovales, fixées par un seul point, à nervures rayonnantes, simplement dichotomes ou anastomosées en réseau. Ces folioles, que l'on trouve le plus souvent détachées, ont été groupées sous le terme générique de *Cyclopteris* (Brongniart).

Le mode de reproduction des Neuroptéridées, actuellement assez bien connu, permet de les attribuer sans hésitation aux Ptéridospermées. La structure anatomique de leur tige est celle des Médullosacées.

Cette famille groupe quatre genres : *Neuropteris* BRONGNIART, *Linopteris* PRESL, *Mixoneura* WEISS, *Odontopteris* BRONGNIART.

Genre *Neuropteris* BRONGNIART 1822.

Neuropteris BRONGNIART [1822, p. 33].

Neuropteris BRONG. [1828, p. 60.]

Neuropteris BRONG. Zeiller [1888, p. 231].

Pinnules attachées au rachis par un seul point, plus rarement par une faible fraction de leur largeur, contractées et souvent échancrées en cœur à la base, à bords parallèles ou légèrement convergents, habituellement entiers, exceptionnellement munies de crénelures peu profondes, à sommet aigu ou arrondi.

Nervure médiane ordinairement bien marquée, se divisant en nervules dichotomes avant d'aboutir au sommet ; nervures secondaires généralement nombreuses, naissant sous des angles aigus, assez arquées, se divisant par plusieurs dichotomies, sans s'anastomoser les unes avec les autres.

Neuropteris cordata BRONGNIART.

Neuropteris cordata BRONGNIART [1830, I, p. 229, pl. LXIV, fig. 5].

N. cordata BRONG. Zeiller [1888, p. 237, pl. XXVII, fig. 6-10 ; XXVIII, fig. 1 et 2 et 1906, p. 102, pl. XXVII, fig. 1-3 ; XXVIII, fig. 1-3].

A Decazeville, je n'ai observé que des pinnules isolées se rapportant à cette espèce. Leur détermination est souvent délicate car les pinnules semblent avoir eu des formes très variables suivant la position qu'elles occupaient sur les pennes. Ce caractère ressort de l'examen des échantillons plus complets provenant de Blanzay et de Commentry, figurés par Zeiller [1888] et conservés dans les collections de l'École des Mines de Paris. *N. cordata* se distingue toutefois des autres espèces du même genre qui lui sont souvent associées, par ses nervures assez espacées, très arquées et souvent plusieurs fois divisées.

Neuropteris crenulata BRONGNIART = *Neuropteris praedentata* GOTHAN.

Texte-fig. 14 A.

Neuropteris crenulata BRONGNIART. Zeiller [1888, p. 233, pl. XXVI, fig. 1 et 1'; XXVII, fig. 1-5 et 1906, p. 98, pl. XXVI, fig. 1] non Brongniart [1840, p. 234, pl. LXIV, fig. 2].

Neuropteris praedentata GOTHAN. In Potonié [1909, Liel, VI, n° 120, fig. 1 et 2].

Cette espèce, dont je n'ai recueilli que de petits fragments de pennes et des pinnules isolées, se caractérise par une nervation très particulière. L'échantillon de Commentry, décrit par Zeiller [1888, pl. XXVI] et conservé à l'École des Mines de Paris, permet de juger du polymorphisme très marqué que pouvaient présenter les pinnules de cette espèce. Les nervures sont assez fortes, les nervures secondaires plusieurs fois divisées sont très espacées; par suite de la nature du limbe, probablement assez coriace, elles sont généralement claires, se détachant sur un limbe beaucoup plus foncé.

Neuropteris gallica ZEILLER.

Texte-fig. 14 B.

Neuropteris gallica ZEILLER [1888, p. 248, pl. XXIX, fig. 1-3].

Les pinnules de cette espèce sont souvent détachées du rachis; elles se caractérisent par leurs bords parallèles et leur sommet arrondi; les nervures secondaires sont très serrées et presque normales au bord du limbe. Le caractère particulier de l'espèce (présence de poils fins sur la face inférieure des pinnules, le long de la nervure médiane) n'est pas toujours visible et souvent difficile à déceler. Cette espèce présente de nombreuses affinités avec *N. planchardi* dont elle est parfois difficile à distinguer.

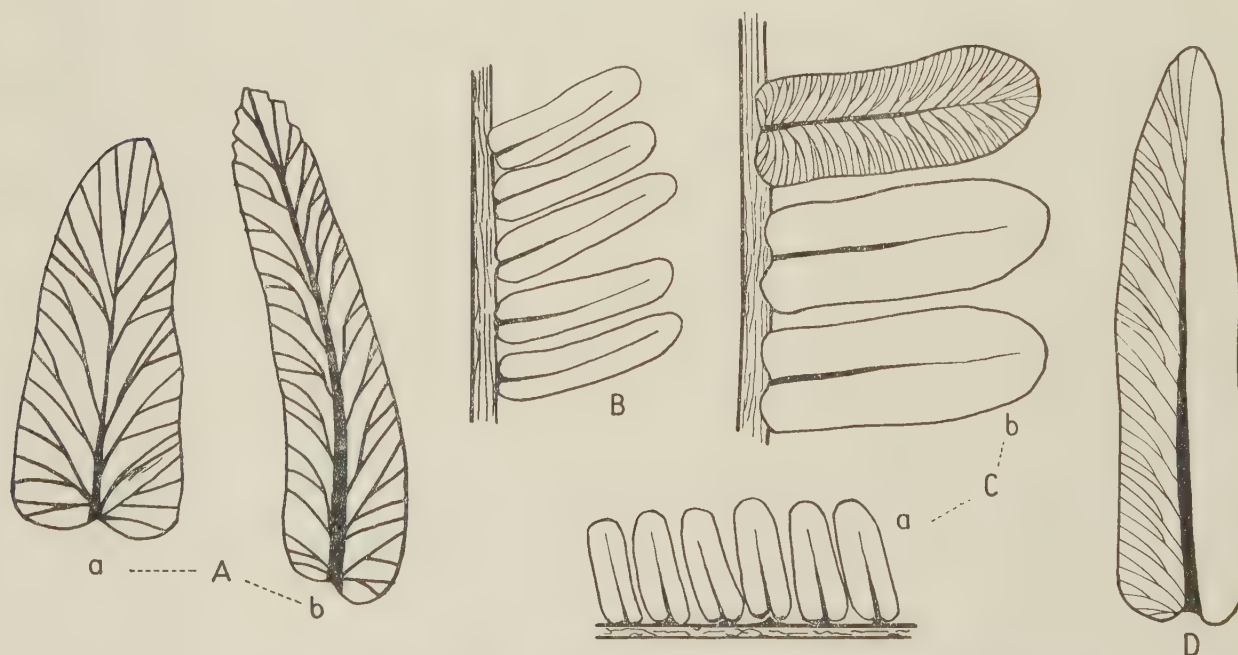


FIG. 14. — A : *Neuropteris crenulata* ZEILL., $\times 2$. — B : *N. gallica* ZEILL., fragment de pinnule secondaire, $\times 2/3$. — C : *N. planchardi* ZEILL. (a : fragment de pinnule secondaire, $\times 2/3$; b : détails de la nervation, $\times 2$). — D : *N. pseudo-blissi* POT., $\times 2$.

Neuropteris planchardi ZEILLER.

Pl. XII, fig. 1 et 2 et texte-fig. 14 C.

Neuropteris planchardi ZEILLER [1888, p. 246, pl. XXVIII, fig. 8 et 9 et 1906, p. 105, pl. XXX, fig. 1; XXXI, fig. 1].

Cette espèce est assez fréquente au Stéphanien supérieur et persiste jusqu'au sommet de l'Autunien. Elle est voisine de *N. gallica*. Les pinnules, insérées presque normalement au rachis, sont

arrondies au sommet, contractées en cœur à la base, le bord inférieur étant un peu plus dilaté que le supérieur. Les nervures secondaires, très serrées, aboutissent au bord du limbe sous des angles presque droits, comme chez *N. gallica*. Mais la face inférieure des pinnules ne porte pas de poils et leur extrémité est plus largement arrondie. Les pinnules de *N. planchardi* sont légèrement plus courtes, par rapport à leur largeur.

Neuropteris pseudo-blissi POTONIE.

Texte-fig. 14 D.

Neuropteris blissi LESQUEREUX. Zeiller [1888, p. 243, pl. XXVIII, fig. 3-6].

Neuropteris pseudo-blissii POTONIE [1893, p. 137, pl. II, fig. 5; XVII, fig. 1 et 2].

Neuropteris pseudo-blissi POTONIE. Zeiller [1906, p. 99, pl. XXIX, fig. 1 et 2; XXIX bis, fig. 1].

Cette espèce est particulièrement fréquente à Commentry, à Blanz y et à Decize. Quelques pinnules isolées, du Stéphanien supérieur de Decazeville, ont pu lui être attribuées. Les pinnules de *N. pseudo-blissi* offrent quelques analogies avec les grandes pinnules de *N. cordata*; elles s'en distinguent toutefois par leur contour plus allongé par rapport à leur largeur et plus effilé à l'extrémité. Celle-ci peut être munie de crénelures assez marquées. Ce caractère rapproche cette espèce de *N. crenulata* (BRONG.) ZEILLER, mais elle n'a jamais de pinnules ovales comme ce dernier. Les nervures secondaires sont, de plus, moins arquées et moins divisées que celles de *N. cordata* BRONG.

Neuropteris zeilleri DE LIMA.

Neuropteris zeilleri DE LIMA [1890, p. 137].

N. zeilleri DE LIMA. Zeiller [1906, p. 105, pl. XXXII, fig. 1].

Neuropteris zeilleri DE LIMA. Teixeira [1944, pl. XX].

Dans le bassin de Decazeville, j'ai récolté plusieurs pinnules isolées pouvant être rapportées à cette espèce que Zeiller [1894 b] avait signalée à Charmoy (bassin de Blanz y) et dans les Vosges. *N. zeilleri* se distingue de *N. cordata* BRONGN. par la nervure médiane de ses pinnules, qui est formée par un faisceau de fines nervures très serrées, et par leurs nervures secondaires très nombreuses et très rapprochées.

Neuropteris matheroni ZEILLER.

Neuropteris matheroni ZEILLER [1888, p. 245, pl. XXVIII, fig. 7].

Cette espèce a été créée par Zeiller sur une empreinte provenant du bassin de Commentry. Un échantillon de l'Autunien inférieur de Triembach a été rapporté par Zeiller à la même espèce [1894 b]. Je n'ai pu vérifier cette détermination dont j'ai toutefois tenu compte dans mes listes. Dans toutes mes recherches je n'ai trouvé aucune empreinte pouvant être attribuée à *N. matheroni*.

Neuropteris delasi ZEILLER.

Neuropteris (?) *delasi* ZEILLER [1892, p. 45, pl. XIII, fig. 6].

Neuropteris delasi est représenté par une pinnule isolée provenant des argilithes de Peyrignac. Je n'ai récolté aucun échantillon permettant de préciser la détermination de cette forme que Zeiller a rapportée au genre *Neuropteris* avec quelques réserves. Elle présente des affinités avec *N. salicifolia* FISCHER, du Permien de Russie (Bjelebei), que Zalesky [1918 et 1927] a décrit sous le nom de *Brongniartites salicifolius*.

Neuropteris dispar ZEILLER, *N. horrida* ZEILLER, *N. stipulata* ZEILLER.

Neuropteris dispar ZEILLER [1888, p. 253, pl. XXIX, fig. 6].

N. horrida ZEILLER [1888, p. 251, pl. XXXII, fig. 1 et 2].

N. stipulata ZEILLER [1888, p. 255, pl. XXIX, fig. 5].

Ces trois espèces ont été créées par Zeiller sur des pièces provenant du bassin de Commentry et conservées à l'École des Mines de Paris. Je n'ai récolté aucune empreinte pouvant être attribuée à l'une ou à l'autre de ces espèces.

Neuropteris raymondi ZEILLER.

Pl. XII, fig. 3 et XIII, fig. 1.

Neuropteris raymondi ZEILLER [1890, p. 147, pl. IX A, fig. 4].

La fig. 3 de la pl. XII représente l'échantillon-type de cette espèce décrite par Zeiller dans l'Autunois. Je ne l'ai retrouvée dans aucun autre gisement. Ses pinnules sont plus petites et plus trapues que celles de *N. planchardi* ZEILL. (plus larges proportionnellement à leur longueur). Vers l'extrémité des pennes, elles se soudent au rachis par une fraction de plus en plus grande de leur base. La nervure médiane est légèrement flexueuse et faiblement décurrente à la base. Les nervures secondaires sont arquées, plusieurs fois dichotomes, beaucoup plus espacées que chez *N. planchardi*, mais bien plus denses que celles de *N. cordata* BRONG.

Genre *Linopteris* PRESL 1838 (= *Dictyopteris* GUTBIER 1835).*Dictyopteris* GUTBIER [1835, p. 62].*Linopteris* PRESL. Sternberg [1838, II, fasc. 7-8, p. 167].*Dictyopteris* GUTBIER. Zeiller [1888, p. 268].*Linopteris* PRESL. Zeiller [1906, p. 107].

Pinnules fixées au rachis par un seul point, ou quelquefois par une faible fraction de leur largeur, contractées en cœur à la base, à bords latéraux parallèles ou légèrement convergents, entières, arrondies au sommet.

Nervure médiane généralement bien marquée, se prolongeant plus ou moins loin, puis se divisant en nervules ; nervures secondaires nombreuses, naissant sous des angles aigus, plus ou moins anastomosées en un réseau à mailles nombreuses, d'autant plus petites en général qu'elles sont plus voisines des bords des pinnules.

Les *Linopteris* ne diffèrent donc des *Neuropteris* que par l'anastomose régulière de leurs nervures. Comme les *Neuropteris*, ils appartiennent aux Ptéridospermées.

Linopteris brongniarti GUTBIER sp.*Dictyopteris brongniarti* GUTBIER [1835, p. 63, pl. XI, fig. 7, 9 et 10].*D. brongniarti* GUTBIER. Zeiller [1888, p. 270, pl. XXX, fig. 1-5].*Linopteris brongniarti* GUTBIER. Potonié [1897, p. 154, fig. 152 et 1904, Lief. II, n° 29 (pars) fig. 2, non fig. 1 et 3].*L. brongniarti* GUTBIER. Zeiller [1906, p. 107, pl. XXXII, fig. 2 et 3].

Le plus souvent cette espèce n'a été trouvée que sous forme de pinnules détachées.

Des pinnules orbiculaires à nervation semblable à celle des pinnules normales étaient fixées sur le rachis principal entre les bases d'insertion des pennes. Ces pinnules diminuaient progressivement de longueur depuis la base d'une penne jusqu'à celle de la penne placée immédiatement au-dessous. Cette disposition est visible sur un très bel échantillon du bassin de Decazeville (Découverte de La Vaysse) qui est conservé dans la collection de l'École des Mines de Paris.

Je n'ai jamais récolté, au cours de mes recherches des pennes de *L. brongniarti*. Sur l'échantillon de Commentry figuré par Zeiller [1888, pl. XXX, fig. 5] un petit nombre de pinnules sont seules restées en place.

Cette espèce se caractérise essentiellement par sa nervation : nervure principale souvent peu visible, ne se suivant que jusqu'aux deux tiers de la longueur des pinnules, à peu près inexistante sur les pinnules courtes et orbiculaires. Nervures secondaires se détachant sous des angles aigus, s'anastomosant entre elles de manière à former un réseau à mailles très allongées, atteignant assez obliquement le bord du limbe.

Linopteris germari GIEBEL sp.

Lonchopteris germari GIEBEL [1857, X, p. 301, pl. I].

Linopteris germari GIEBEL. Potonié [1904, Lief. II, n° 30, fig. 1-4].

Dictyopteris schutzei ROEMER. Zeiller [1888, p. 273, pl. XXX, fig. 6-10 ; XXXI, fig. 2-5].

Linopteris germari GIEBEL. Zeiller [1906, p. 108, pl. XXXII, fig. 4].

Les pinnules de cette espèce semblent avoir été moins caduques que celles de *L. brongniarti* GUTB. On en trouve plus souvent des fragments de pennes portant encore toutes les pinnules ; les pinnules isolées sont toutefois assez abondantes. On ne peut confondre cette espèce avec la précédente dont elle se distingue à première vue par ses caractères nervuraires : nervure médiane nette, se prolongeant jusqu'à une très faible distance du sommet ; nervures secondaires fortement arquées dès leur base, anastomosées en un réseau de mailles plus courtes que chez *L. brongniarti*, et sensiblement normales au bord du limbe. De plus les pinnules sont plus effilées au sommet et plus étroites par rapport à leur longueur, que celles de *L. brongniarti*.

Genre *Odontopteris* BRONGNIART 1822.

Odontopteris BRONGNIART [1822, p. 34].

Odontopteris BRONG. Zeiller [1888, p. 212].

Pinnules fixées au rachis par toute leur base, parfois légèrement contractées en avant ; décurrentes vers le bas sur le rachis, à bord entier, à sommet aigu ou arrondi ; pinnule basilaire des pennes de dernier ordre (catadrome) différente des autres par sa forme, souvent contractée à sa base (neuropteroïde) et parfois attachée dans l'angle des deux rachis.

Nervure médiane le plus souvent nulle, rarement prédominante, se divisant en nervules avant d'atteindre le sommet des pinnules, plus ou moins décurrente à sa base ; nervures secondaires naissant sous des angles très aigus ; nervures secondaires inférieures issues directement du rachis.

Suivant la forme de leurs pinnules, les *Odontopteris* peuvent être divisés en deux groupes : *Odontopteris* à pinnules aiguës à l'extrémité, généralement assez petites et *Odontopteris* à pinnules arrondies au sommet, le plus souvent plus grandes que celles du groupe précédent.

Ces groupes ne correspondent pas aux sous-genres distingués par Weiss et fondés sur des caractères nervuraires : formes à nervure médiane nulle ou peu importante (*Xenopteris*) et formes à nervure médiane nettement prédominante (*Mixoneura*).

Cette distinction n'a pas été maintenue. Le terme générique de *Mixoneura* est réservé actuellement aux formes dont les pennes portent à la fois des pinnules de *Neuropteris* et des pinnules d'*Odontopteris*. Ces Végétaux représentent en quelque sorte des types intermédiaires entre les *Neuropteris* et les *Odontopteris*. Ils sont particulièrement fréquents au Westphalien. Une seule espèce, *Mixoneura neuropteroides* GOEPPERT, a persisté durant la période stéphanienne ; elle est très rare dans les niveaux du Stéphanien supérieur où des exemplaires isolés en ont été récoltés à Saint-Étienne et à Decazeville.

La découverte de graines fixées sur une grande penne d'*Odontopteris* (*O. bourranensis* DOUBINGER et VETTER) confirme l'attribution de ces Végétaux aux Ptéridospermées, comme l'avait fait prévoir la structure morphologique de leurs axes [Doubinger et Vetter, 1950].

Les frondes d'*Odontopteris* devaient atteindre des dimensions considérables. Leurs pennes principales étaient dissymétriques comme chez les *Neuropteris*. Pour Grand'Eury [1908], elles devaient partir directement du sol en touffes plus ou moins serrées ; Zeiller [1888] les attribuaient plutôt à des Végétaux rampant sur le sol ; cette manière de voir est abandonnée actuellement. Audessous des pennes normales, le rachis principal des *Odontopteris* portait des *Cyclopteris* plus ou moins profondément laciniés.

1. Formes à pinnules aiguës.

Odontopteris minor BRONGNIART.

Pl. XIII, fig. 4 ; XIV, fig. 2 et texte-fig. 15 A.

Odontopteris minor BRONGNIART [1832, p. 253, pl. 77].*O. minor* BRONG. Zeiller [1888, p. 215, pl. XXV, fig. 3-5 et 1906, p. 82 ; XIX, fig. 1 ; XX-XXI, fig. 1 et 2 ; XXII, fig. 1].*O. minor* BRONG. Potonié [1903, Lief. I, n° 13, fig. 1-3].

A la suite de Brongniart, Zeiller a groupé dans cette espèce des Végétaux correspondant à la diagnose suivante :

« Pinnules lancéolées, triangulaires ou à bords parallèles, à sommet aigu ou plus ou moins tronqué. Nervure médiane à pleine plus marquée que les nervures latérales. Pinnules basilaires différentes des pinnules normales, souvent plus développées, ovigales, entières ou laciniées et souvent parallèles au rachis primaire. »

Comme l'indiquent les figures de Zeiller, les empreintes attribuées à *O. minor* présentent souvent entre elles d'importantes différences qui, d'après H. Potonié [1903], justifieraient la distinction de deux formes. *O. minor-brongniarti* et *O. minor-zeilleri* se définiraient par les caractères suivants :

O. minor-brongniarti POTONIÉ
(*O. minor* BRONG. et *O. schutzei* ROEM.)

Pennes secondaires se touchant à peine par leurs bords ou nettement espacées.

Pinnules, à l'exception des pinnules catadromes :

1. contiguës à la base mais s'écartant rapidement les unes des autres, en se rétrécissant progressivement vers le sommet ;
2. extrémité aiguë ;
3. le rapport de la plus grande largeur sur la longueur est légèrement supérieur à 1/3.

O. minor-zeilleri POTONIÉ
(*O. minor* (BRONG.) ZEILL.).

Pennes secondaires contiguës ou se recouvrant les unes les autres.

Pinnules, à l'exception des pinnules catadromes :

1. contiguës à la base et demeurant parallèles entre elles jusqu'à une faible distance du sommet où elles se rétrécissent brusquement ;
2. extrémité légèrement tronquée ;
3. le rapport de la plus grande largeur sur la longueur est un peu inférieur à 1/3.

Potonié [1903] a reconnu, d'autre part, des formes intermédiaires entre ces deux types extrêmes. Ces caractères ne sont donc pas assez constants pour autoriser la distinction de deux espèces différentes.

O. minor BRONG. présente, de plus, d'étroites affinités avec *O. reichi* GUTBIER. Les pinnules d'*O. reichi* sont toutefois plus triangulaires que celles d'*O. minor* BRONG. De plus, d'après Potonié [1903], le rapport de la longueur des pinnules sur leur largeur serait de 2,5 à 3 chez *O. minor*.

Pour P. Corsin (renseignement oral), la distinction entre *O. reichi*, *O. minor-zeilleri* et *O. minor* se fait surtout d'après la forme des pinnules et le rapport $\frac{L}{l}$ qui serait : plus petit ou rarement égal à 2 pour *O. reichi* ; compris entre 2 et 3 pour *O. minor-zeilleri* ; égal ou plus grand que 3 pour *O. minor*. La nervation n'est jamais bien apparente chez les *Odontopteris*. Cependant elle serait plus visible chez *O. reichi* où les nervures secondaires convergeraient toutes vers une nervure principale. Ce caractère disparaîtrait peu à peu, à mesure que les pinnules s'allongent, c'est-à-dire lorsqu'on passe à *O. minor-zeilleri* puis à *O. minor*.

Mais en comparant les descriptions des différents auteurs, on se rend compte qu'ils n'ont pas toujours en vue la même plante. Pour Grand'Eury [1877], la nervure médiane serait plus accentuée chez *O. minor* que chez *O. reichi*. Zeiller [1906] semble avoir confondu *O. minor* et les affinités *minor* de *O. reichi*. P. Bertrand désignait par *O. aff. minor*, les formes de passage entre *O. reichi* et *O. minor*. Le même auteur a remarqué que la nervure médiane est moins accentuée chez *O. minor* que chez *O. reichi* et qu'elle peut même y être totalement absente (notes inédites).

A la suite de l'étude d'un important matériel provenant de divers gisements du Massif Central [Doubinger et Vetter, 1954 b], les points suivants ont pu être précisés : la distinction d'*O. minor-brongniarti* et de *O. minor-zeilleri* doit être maintenue ; suivant les bassins, tantôt l'une des formes, tantôt l'autre, semble prédominer. Exceptionnellement, on les trouve associées sur un même échantillon mais il est difficile d'admettre qu'elles puissent correspondre à des parties différentes d'une même plante. *O. minor-zeilleri* abonde dans le bassin de Decazeville ; *O. minor* BRONG. y est très rare et on n'en connaît que deux ou trois exemplaires, assez peu caractéristiques. Cette forme est, par contre, très fréquente dans le bassin de Saint-Étienne et j'en ai récolté plusieurs échantillons sur le terroir de la Machine (bassin de Decize). Les empreintes récoltées à Blanzy, dans les niveaux supérieurs de la carrière de Saint-Amédée (toits de couche 1 et de couche 0), se rapportent plutôt à la forme *zeilleri*.

S'il est vraisemblable que les deux formes ne correspondent pas aux parties différentes d'une même plante, le passage de l'une à l'autre dans le temps n'est pas davantage prouvé par ces observations. Il faudrait plutôt y voir deux variétés d'une même espèce, de répartitions géographiques différentes, donc liées à des conditions biologiques locales.

Il s'agit donc d'une espèce encore imparfaitement connue et mal définie, dont l'utilisation en stratigraphie s'avère extrêmement délicate.

Les empreintes figurées Pl. XIII et XIV se rangent dans la forme *zeilleri*.

Odontopteris brardi BRONGNIART.

Odontopteris brardii BRONGNIART [1828, p. 60].

O. brardi BRONG. Zeiller [1892, p. 39, pl. VIII, fig. 7].

O. brardi BRONG. Potonié [1903, Lief. I, n° 14, fig. 1].

Le type de cette espèce provient du bassin de Terrasson où elle est très fréquente. Un grand nombre d'empreintes du bassin de Decazeville ont pu lui être rapportées.

O. brardi BRONG. se distingue des formes du groupe de *O. minor* par les dimensions de ses pinnules, longues de 10 à 15 mm et pouvant atteindre 10 mm de largeur ; tronquées parallèlement au rachis, elles sont très aiguës au sommet et toujours un peu arquées en faux. La pinnule basilaire des pennes de dernier ordre, plus grande que les pinnules normales, est élargie en son milieu et plus ou moins profondément laciniée. La nervation est rayonnante, la nervure médiane parfois visible à la base des pinnules.

Des fragments de pennes garnis de grandes pinnules crénelées et laciniées ont été trouvés en communauté de gisement avec des pennes d'*O. brardi*. Il s'agit probablement là, comme l'avait supposé Zeiller, de portions terminales de frondes d'*O. brardi* BRONG., organes qui avaient été attribués à tort par Brongniart à son *Neuropteris crenulata* (cité dans Zeiller [1892]). Une grande penne d'*O. brardi*, provenant du bassin de Brive et conservée à l'École des Mines de Paris, montre l'architecture dissymétrique des frondes de ces Végétaux.

Odontopteris bourranensis DOUBINGER et VETTER.

Texte-fig. 15 B.

Odontopteris bourranensis DOUBINGER et VETTER [1950, p. 161, pl. V, fig. 1-3].

Cette espèce, qui porte de nombreuses graines fixées à la base des pennes secondaires, confirme l'attribution du genre *Odontopteris* aux Ptéridospermées. Les frondes d'*O. bourranensis* présentent quelques affinités avec celles d'*O. brardi* BRONG.

Leur architecture est dissymétrique ; les pinnules des pennes primaires simplement pinnées (situées à l'intérieur de la bifurcation) sont un peu falciformes et voisines des grandes pinnules de la région inférieure des frondes d'*O. brardi*, mais ces dernières sont beaucoup plus allongées par rapport à leur largeur. Les pinnules d'*O. bourranensis* se distinguent, d'autre part, par leurs caractères nervuraires ; elles possèdent une nervure

principale assez nette, decurrente à sa base sur le rachis, et légèrement arquée ; elle s'arrête au tiers inférieur des pinnules et se subdivise en nervures secondaires fines et dichotomes. De plus, les pinnules basilaires des pennes secondaires ne sont pas laciniées comme chez *O. brardi* ; elles sont triangulaires et s'insèrent dans l'angle formé par les rachis secondaires et tertiaires ; leurs nervures sont égales et partent toutes du rachis secondaire. Des pinnules du même type se retrouvent à la base des pennes primaires.

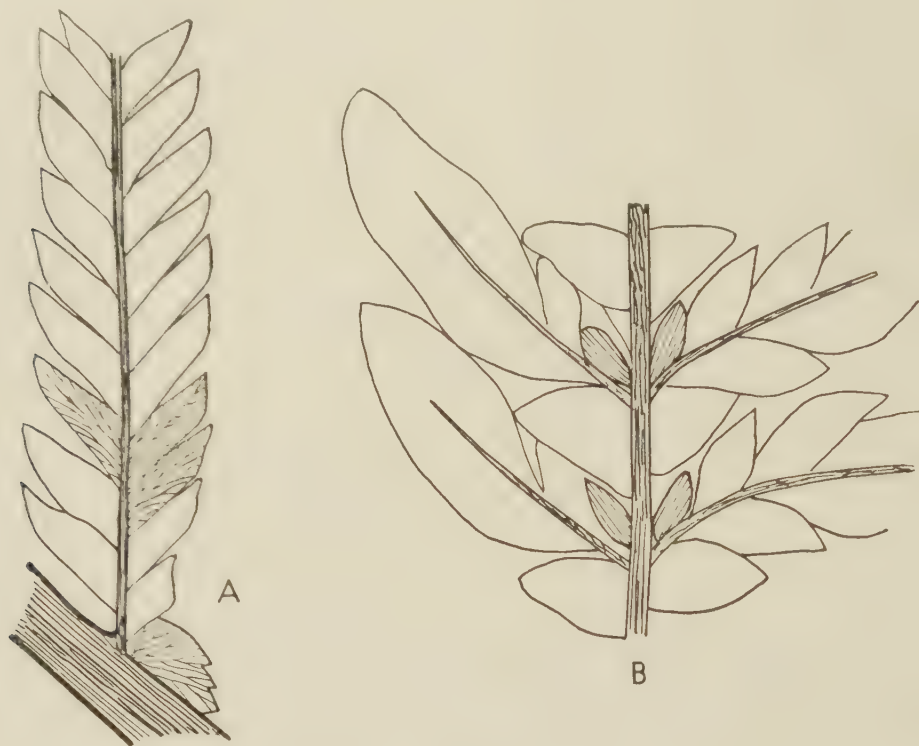


FIG. 15. — A : *Odontopteris minor* BRONG., $\times 2$. — B : *O. bourranensis* DOUB. et VETTER, $\times 4/3$.

Odontopteris genuina GRAND'EURY.

Odontopteris genuina GRAND'EURY [1877, p. 115].

O. genuina GR. EC. Zeiller [1888, p. 224, pl. XXIV, fig. 1-3 ; XXV, fig. 1 et 2 ; XXXI, fig. 1].

O. alpina POTONIÉ [1904, Lief. II, n° 22, fig. 2-5 (non 1)].

O. genuina GRAND'EURY présente des caractères intermédiaires entre les *Odontopteris* à pinnules aiguës et les formes à pinnules arrondies. Elle se distingue de *O. brardi* par les dimensions de ces pinnules qui sont à peu près aussi longues que larges, tout en étant arquées vers l'avant comme celles d'*O. brardi*.

Il n'y a pas de nervure médiane mais plusieurs nervures égales et parallèles partent directement du rachis avant de se dichotomiser en nervures un peu arquées. Dans certaines pinnules, il y a une nervure médiane faiblement marquée, se distinguant à peine des autres nervures. La pinnule basilaire (catadrome) des pennes secondaires (ou primaires) présente un contour ovale, nettement contracté à la base. Elle s'allonge de plus en plus vers la base des frondes, parallèlement au rachis qu'elle recouvre parfois.

Les pennes primaires voisines des bifurcations du rachis sont généralement plus courtes et plus larges que les autres et garnies de pinnules arrondies pouvant atteindre 35 mm de longueur sur 20 mm de largeur.

Les frondes d'*O. genuina* ne semblent pas offrir l'architecture dissymétrique qui caractérise les autres *Odontopteris*.

Cette espèce est assez rare dans les niveaux du Stéphanien supérieur et disparaît à l'Autunien.

2. Formes à pinnules arrondies.

Odontopteris subcrenulata ROST *sp.*

Pl. XIV, fig. 1.

Neuropteris subcrenulata ROST [1839, p. 22].*Odontopteris subcrenulata* ROST. Zeiller [1888, p. 227].*O. lingulata* GOEPPERT. Zeiller [1890, p. 126, pl. X, fig. 3-5].*O. subcrenulata* ROST. Potonié [1904, Lief. II, n° 26, fig. 163].*Mixoneura subcrenulata* ROST. Zeiller [1906, pl. XXV, fig. 1].

O. subcrenulata ROST est vraisemblablement le plus grand des *Odontopteris* connus.

Une plaque schisteuse provenant des niveaux supérieurs des Découvertes de Decazeville porte un important fragment de penne principale garnie, d'un côté de pennes simplement pinnées, et de l'autre de pennes bipinnées. Entre les bases d'insertion des pennes primaires, de grandes pinnules orbiculaires, lobées ou entières, sont insérées directement sur le rachis ; celui-ci est très large et porte de nombreuses stries longitudinales. Les pinnules terminales des pennes secondaires sont très larges et allongées à leur extrémité ; elles sont parcourues par une nervure médiane assez accusée qui représente le prolongement du rachis tertiaire. Les pinnules normales, un peu plus longues que larges, sont arrondies à leur extrémité, très serrées et empiétant même souvent les unes sur les autres. Il n'y a pas de nervure médiane : les nervures divergent autour d'un point central situé à la base des pinnules. Je n'ai jamais vu comment se terminaient les frondes de cette espèce mais je lui ai attribué une terminaison de penne, comprenant de grandes pinnules entières, contractées à la base du côté supérieur et munies d'un lobe un peu décurrent du côté inférieur ; la pinnule la plus basse est munie d'un lobe inférieur. L'échantillon est malheureusement mutilé et ne permet pas de suivre le passage de ces grandes pinnules à des pennes pinnatifides et à des pennes normales.

Cette espèce est très fréquente au Stéphanien supérieur de la plupart des gisements ; elle persiste jusqu'au sommet de l'Autunien.

Odontopteris subcrenulata ROST *var. elongata* DOUBINGER et VETTER.*Odontopteris subcrenulata* ROST *var. elongata* DOUBINGER et VETTER [1954 b].

La variété *elongata* [Doubinger et Vetter, 1954 b] comprend des empreintes qui se distinguent de *O. subcrenulata*-type par les pinnules terminales de leurs pennes secondaires, plus étroites et plus allongées par rapport à leur largeur (le rapport $\frac{L}{l}$ est de 3 alors qu'il n'est que de 2 environ chez la forme type). Les pinnules normales des pennes primaires et secondaires sont un peu plus étroites que celles de *O. subcrenulata* ; elles sont, en outre, plus espacées et un peu plus décurrentes sur le rachis.

Un échantillon de grandes dimensions, récolté au sommet des Découvertes de Decazeville, a pu être rapporté à cette variété. On y observe le passage des pennes normales à de grandes pinnules entières, décurrentes vers le bas sur le rachis, et constituant la terminaison de la fronde. Il importe de noter que des pennes primaires assez courtes sont remplacées par des pinnules entières sans pinnules pinnatifides.

Plusieurs empreintes du Stéphanien supérieur de Saint-Étienne, se rangent aussi dans cette variété.

Odontopteris osmundaeformis SCHLOTHEIM *sp.**Filicites osmundaeformis* SCHLOTHEIM [1820, Bd I, p. 412].*Odontopteris schlotheimi* BRONGNIART [1832, p. 256, pl. LXXVIII, fig. 5].*O. schlotheimi* BRONG. Zeiller [1879, p. 63].*O. osmundaeformis* SCHLOTH. Doubinger et Vetter [1954 b].

Cette espèce semble être assez fréquente dans le bassin de Saint-Étienne où elle constitue un véritable niveau dans les schistes de Montrambert. Elle est rare ou même inconnue dans la plupart des autres bassins. Je ne l'ai jamais observée dans le bassin de Decazeville. On en rencontre

généralement des empreintes assez fragmentaires : les pinnules sont tronquées parallèlement au rachis, un peu plus larges que longues ; elles se soudent graduellement vers l'extrémité des pennes qui se terminent par une très petite pinnule. Ce dernier caractère évite toute confusion avec *O. subcrenulata* var. *elongata* qui a souvent été attribué à tort à *O. schlotheimi*. La nervation de cette espèce se rapproche de celle de *O. genuina* GR. EU. Il n'y a pas de nervure médiane, mais plusieurs nervures égales et parallèles partent directement du rachis.

L'échantillon figuré par Potonié [1904, fig. 1] sous le nom d'*O. osmundaeformis* (échantillon de Manebach-Thuringe) n'est pas un *Odontopteris*. Il s'agirait peut-être d'une Marioptéridée. La diagnose donnée par le même auteur ne correspond en rien à la diagnose originale de Brongniart, revue et complétée par Zeiller [1879].

Odontopteris obtusa BRONGNIART.

Odontopteris obtusa BRONGNIART [1832, p. 255, pl. LXXVIII, fig. 4 (non fig. 3)].

O. obtusa BRONG. Zeiller [1888, p. 224, pl. XXIII, fig. 1 et 2 et 1890, p. 134, pl. IX A, fig. 5].

O. obtusa BRONG. Potonié [1904, Lief. II, n° 23, fig. 1].

On a souvent attribué à cette espèce des empreintes se rapportant en réalité à *O. subcrenulata*. *O. obtusa*, tel que l'a décrit Zeiller dans le bassin de Commeny, se distingue de *O. subcrenulata* par les caractères suivants : pinnules normales plus étroites par rapport à leur longueur ($\frac{L}{l}$ voisin de 2) ; pinnule terminale des pennes de dernier ordre, rhomboïdale, égale ou à peine plus grande que celles qui la précèdent ; nervure médiane prédominante, quand elle est visible, décurrente à sa base.

J'ai rapporté à cette espèce un fragment de penne primaire provenant du bassin de Decazeville.

Plusieurs pennes secondaires, malheureusement tronquées à l'extrémité, s'insèrent sur le même côté d'un rachis. Elles portent à leur base une pinnule anormale, beaucoup plus grande que celles qui la précèdent, ovale et attachée par un seul point. La pinnule terminale rhomboïdale, assez petite, est visible sur une penne détachée présentant les mêmes caractères.

O. obtusa est une espèce moins fréquente que *O. subcrenulata*. On en a toutefois récolté des empreintes, généralement fragmentaires, dans la plupart des gisements.

Odontopteris dufrenoyi BRONGNIART sp.

Pl. XIII, fig. 2 et 3.

Neuropteris dufresnoyi BRONGNIART [1832, I, p. 246, pl. LXXIV, fig. 4 (non fig. 5)].

Odontopteris dufrenoyi BRONG. Zeiller [1890, pl. 132, pl. X, fig. 7 et 8].

On s'est demandé pendant longtemps si *O. dufrenoyi* était une espèce autonome ou si les grandes pinnules qui constituent cette espèce ne représentaient pas des extrémités de fronde de *O. subcrenulata* ROSE. L'échantillon-type, décrit par Brongniart et provenant de l'Autunien de Lodève, est conservé à l'École des Mines de Paris où j'ai pu l'examiner. Il s'agit d'un fragment de penne portant quatre paires de pinnules ; on n'en voit ni l'extrémité, ni la base d'insertion sur un rachis. Les échantillons récoltés à Autun, à Lodève et à Decazeville sont tous très réduits et ne comportent que des pinnules isolées ou des fragments de pennes portant un petit nombre de pinnules ; celle-ci se distinguent cependant des pinnules d'*O. subcrenulata* par leur nervure médiane formée par un faisceau de nervures issues du rachis et par le lobe qui prolonge les pinnules, du côté inférieur et qui est parcouru par des nervures partant directement du rachis.

Des échantillons plus étendus ont été récoltés dans le bassin de Saint-Étienne. Une empreinte

communiquée récemment par M. J. de Maistre, montre un gros rachis sur lequel s'insère une penne garnie de grandes pinnules caractéristiques d'*O. dufrenoyi*. Deux pennes parallèles à la première sont malheureusement tronquées à la base, il est vraisemblable qu'elles venaient s'insérer un peu plus bas sur le même rachis. Il ne peut plus s'agir là d'une extrémité de fronde d'*O. subcrenulata* et le bel échantillon de Saint-Étienne prouve d'une manière évidente l'autonomie de *O. dufrenoyi*.

L'attribution générique de cette espèce peut toutefois prêter à discussion : les grandes pinnules des échantillons de Decazeville et de Saint-Étienne, très rétrécies à leur base, pourraient appartenir à un *Neuropteris*. Celles de l'espèce-type, rangée par Brongniart dans le genre *Nevropteris*, offrent au contraire des caractères d'*Odontopteris* plus nets (voir Pl. XIII, fig. 2). Dans l'état actuel de nos connaissances, cette détermination garde donc un caractère provisoire.

Famille Marioptéridées.

La famille des Marioptéridées, créée en 1926 par P. Bertrand, comprend des plantes portant sur un axe-support des édifices quadripartites, groupées dans le genre *Mariopteris* ZEILLER. Plus tard, dans son étude des Marioptéridées de la Sarre, P. Corsin [1932] classa dans ce groupe les *Diplotmema* (STUR) qui ne se distinguent des *Mariopteris* que par le moindre développement de leur limbe. Dans une étude récente, M^{me} Danzé-Corsin rapporta à cette famille non seulement les *Mariopteris* typiques, mais des plantes ayant été rangées à tort, soit dans les *Diplotmémées*, soit dans les Sphénoptéridées, soit même dans les Pécoptéridées [Danzé-Corsin, 1953 a, b, c].

Le genre *Mariopteris* ZEILLER, inconnu au Stéphanien supérieur et au Permien, ainsi que le genre *Tetratmema* DANZÉ-CORSIN, du Namurien et du Westphalien, dépassent le cadre de cette étude.

Les genres *Pseudomariopteris* DANZÉ-CORSIN (*Diplotmema* ZEILLER) et *Dicksonites* STERZEL sont, par contre, abondamment représentés au sommet du Stéphanien et durant toute la moitié inférieure du Permien.

Genre *Pseudomariopteris* DANZÉ-CORSIN 1953 (= *Diplotmema* ZEILLER).

Diplotmema ZEILLER [1888, p. 84 ; 1890, p. 37 ; 1892, p. 11 ; 1906, p. 32].

Pseudomariopteris DANZÉ-CORSIN [1953, c p. 33].

Le genre *Pseudomariopteris* fut créé par P. Danzé-Corsin pour y ranger trois espèces stéphanienues que Zeiller avait rapportées au genre *Diplotmema* STUR. Tels qu'ils sont définis actuellement, les *Diplotmema* sont des plantes uniquement bipartites, pouvant ou non porter des pennes sur leur rachis primaire, et à pinnules tout à fait sphénoptéroïdes. Les trois formes stéphanienues ont beaucoup plus d'analogies avec les vrais *Mariopteris* : leurs frondes sont quadripartites ou bipartites ; les pinnules basilaires, fortement développées, sont parfois bipartites comme chez les *Mariopteris* ; sur plusieurs échantillons, les pennes secondaires et tertiaires se terminent par des fouets. L'absence de bourgeons axillaires écarte leur attribution au genre *Dicksonites* STERZEL.

Pseudomariopteris (D.) *busqueti* ZEILLER sp.

Diplotmema busqueti ZEILLER [1888, p. 87, pl. IV, fig. 6-8 et 1906, p. 32, pl. VIII, fig. 1-4].

La fronde de cette espèce est bipartite. Les pinnules sont ovales, à peine lobées ou entières, à bords un peu sinueux contractées à la base et decurrentes sur le rachis. Les pinnules basilaires sont généralement plus développées, à lobes arrondis plus accusés. La nervure médiane est souvent assez forte, *P. busqueti* est fréquent dans tous les gisements du Stéphanien supérieur.

Pseudomariopteris (D.) ribeyroni ZEILLER sp.

Diplotmema ribeyroni ZEILLER [1888, p. 91, pl. IV, fig. 3-5].

Sphenopteris cordato-ovata WEISS, Zeiller [1890, p. 33, pl. I, fig. 1].

Les frondes de *P. ribeyroni* sont bipartites comme celles de l'espèce précédente. Ses pinnules, à limbes plus épais, sont rarement lobées, contractées à la base et très aiguës au sommet. La pinnule basilaire, du côté inférieur, est généralement plus développée et bilobée. La nervation est souvent peu visible à l'exception de la nervure médiane qui est assez forte.

Dans la flore du Permo-Houiller d'Autun et d'Épinac, Zeiller [1890] a souligné les affinités de cette espèce avec *Neuropteris (Sphenopteris) cordato-ovata* WEISS. D'après lui, *Sph. cordato-ovata* aurait une pinnule basilaire toujours entière. Dans les collections provenant du Stéphanien supérieur et de l'Autunien de la Sarre, j'ai pu examiner de nombreux échantillons attribués à *Sph. cordato-ovata* WEISS. Certaines de ces empreintes présentent des dimensions considérables : le polymorphisme de leurs pinnules est assez marqué et, sur certaines penes, la présence d'une pinnule basilaire de type *Diplotmema* est bien visible. Je pense donc qu'il y a identité entre cette espèce et *Pseudomariopteris ribeyroni* ZEILLER. La forme sarroise représenterait tout au plus une variété régionale, de dimensions plus grandes que celles de la forme du Massif Central.

Pseudomariopteris ribeyroni est la seule espèce du genre, qui aurait persisté jusqu'au sommet de l'Autunien.

Pseudomariopteris (D.) paleau ZEILLER sp.

Diplotmema paleau ZEILLER [1888, p. 84, pl. IV, fig. 1 et 2 et 1892, p. 11].

Contrairement aux deux espèces précédentes, *P. paleau* possède des frondes quadripartites. Les pinnules sont plus profondément découpées, terminées en pointe obtuse, faiblement contractées et décurrentes à la base. La pinnule basilaire est nettement bilobée comme chez les *Mariopteris*. Le type de cette espèce provient du bassin de Commentry et peut être examiné dans la collection de l'École des Mines de Paris. *D. paleau* est, de plus, assez fréquent dans les dépôts stéphanien supérieurs du bassin de Brive.

Genre *Dicksonites* STERZEL 1881.

Dicksonites STERZEL [1881, VII, p. 223].

Dicksonites STERZEL, Danzé-Corsin [1953 c, p. 60].

Tige et rachis finement striés longitudinalement, portant en outre des barres transversales espacées. Frondes bipartites, se bifurquant suivant un angle très obtus. Aphlébies développées en penes quadripartites à l'aisselle de la tige et du rachis primaire. Bourgeons axillaires à l'intérieur des deux rachis secondaires en prolongement du rachis primaire pouvant ou non se développer en penne. Pinnules à limbe large, marioptériennes. Pinnules basilaires légèrement plus développées que les autres. Nervation sphénopérienne plus ou moins en éventail, sans nervure principale nette.

Dicksonites pluckeneti SCHLOTHEIM (*Pecopteris sterzeli* ZEILLER).

Texte-fig. 16 A.

Dicksonites pluckeneti STERZEL [1883].

Pecopteris sterzeli ZEILLER [1888, p. 178, pl. V, fig. 1 et 2 ; VI, fig. 1 et 2 ; VII, fig. 1-3 ; XXXVIII, fig. 1 et 2].

Dicksonites pluckeneti STERZEL, Danzé-Corsin [1953 c, p. 15].

Le *Pecopteris sterzeli* ZEILLER est très voisin de *Dicksonites pluckeneti* SCHLOTH. A la suite de P. Danzé-Corsin, on peut ranger les deux espèces sous le même nom générique, celui de *Dicksonites*. On peut se demander toutefois s'il n'y a pas lieu de distinguer deux variétés qui se seraient succédées dans le temps. La forme *sterzeli* présente généralement des penes de dernier ordre plus longues que celles de la forme *pluckeneti* : de plus, les lobes y sont toujours plus indépendants, séparés par des sinus plus profonds. On pourrait admettre que les deux formes correspondent à

des régions différentes de la fronde d'une même espèce, mais les empreintes westphaliennes appartiennent généralement à la forme *pluckeneti*. Celle-ci est encore prédominante au Stéphanien inférieur (Carmaux), où elle est toutefois associée à des formes *sterzeli* typiques. Au Stéphanien supérieur, cette dernière est seule représentée.

Je pense qu'il faut rapprocher des *Dicksonites* les empreintes autuniennes connues en Europe sous le nom de *Pecopteris leptophylla* BUNBURY (*P. anthriscifolia* (GOEPPERT) ZALESSKY).

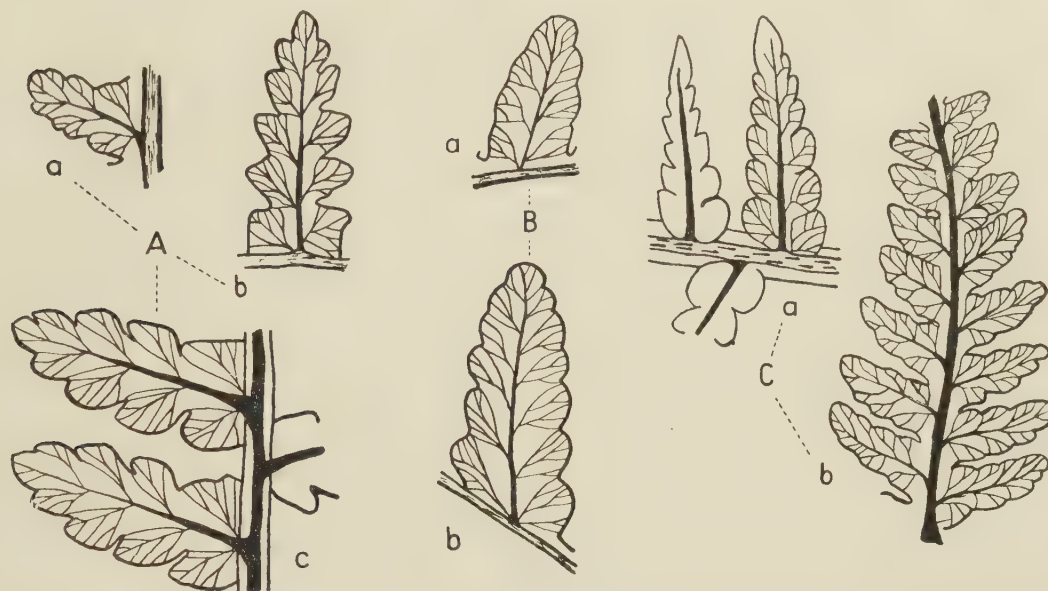


FIG. 16. — A : *Dicksonites sterzeli* ZEILL., $\times 2$. — B : *D. leptophylla* BUNB., $\times 4/3$. — C : *D. beyrichi* WEISS, $\times 2$.

Dicksonites leptophylla BUNBURY sp.

Pl. XI, fig. 5 et 6 et texte-fig. 16 B.

Pecopteris leptophylla BUNBURY [1853, p. 144, pl. VII, fig. 1].

Sphenopteris anthriscifolia GOEPPERT. Tchihatcheff [1845, p. 387, pl. XXVIII, fig. 9 ; XXIX, fig. 10-13].

Pecopteris pinnatifida ZEILLER [1880, p. 198].

P. leptophylla BUNBURY. Zeiller [1892, p. 31, pl. VII].

Comme l'avait déjà remarqué Schimper [1869], la place de cette élégante fougère est, de prime abord, difficile à déterminer. A la suite de Goepfert, on serait tenté de la rattacher aux Sphénop-téridées plutôt qu'aux Pécoptéridées. Elle présente d'incontestables affinités avec *Ovopteris pecop-teroides* LANDESKR. et avec *Dicksonites pluckeneti* SCHLOTH. Malheureusement, les empreintes, très fréquentes au Gourd-du-Diable (bassin de Brive), sont trop fragmentaires pour permettre d'étudier l'architecture des frondes de cette espèce.

Les ressemblances de cette espèce avec *Ovopteris pecopteroides* avaient conduit Gomes à attri-buer au *Dicksonites leptophylla* une empreinte du Stéphanien de San-Pedro-da-Cova (Portugal) qui fut rapportée ultérieurement par de Lima et Zeiller à *Sphenopteris cristata* (ZEILLER non BRONGNIART) [Zeiller, 1892].

Elle se rapproche en effet de cette espèce par la constitution de sa fronde, par le mode de divi-sion des pennes et par l'insertion des pinnules plus ou moins soudées les unes aux autres et passant à de véritables pennes pinnatifides.

Plusieurs caractères l'en écartent toutefois d'une manière assez évidente : la forme des pinnules et des lobes des pennes, entiers chez *D. leptophylla* et dentelés sur leurs bords chez *O. pecop-te-roides* ; les caractères nervuraires : chez *D. leptophylla*, il n'y a pas de nervure médiane mais des

nervures secondaires égales disposées en éventail, chez *O. pectopteroides*, par contre, chaque lobe est parcouru par une nervure médiane qui donne naissance à des nervures secondaires simples ou une fois divisées et aboutissant aux denticulations des lobes.

D. leptophylla est, d'autre part, très voisin de *Dicksonites pluckeneti* SCHLOTH. par l'architecture de ses frondes et par la forme et la disposition des pennes de différents ordres, en particulier par le repliement en arrière des pennes secondaires inférieures.

Il en diffère cependant par des dimensions moindres que celle de *D. pluckeneti* ainsi que par la forme des pennes de différents ordres. En effet, les pennes secondaires sont linéaires et conservent la même largeur sur presque toute leur étendue ; les segments de dernier ordre (pinnules pinnatifides) sont nettement contractés à la base ; les sinus séparatifs des lobes sont moins accusés ; les lobes sont entiers et ne présentent ni sinuosités, ni dentelures marginales.

Vers la base des frondes, les pennes secondaires portent des petites pennes tertiaires munies sur un même côté de 6 à 7 lobes. Dans la région moyenne des frondes, les pennes secondaires sont garnies de pinnules presque simples.

Tous les échantillons que j'ai examinés sont trop fragmentaires pour permettre une comparaison précise avec l'architecture des frondes de *Dicksonites*. Elles correspondent tout au plus à des portions de pennes primaires. Mais la similitude du feuillage, l'architecture semblable des pennes primaires et secondaires indiquent une parenté étroite entre *D. leptophylla* et *D. pluckeneti*. Je propose donc de rattacher *D. leptophylla* au genre *Dicksonites*.

D. pluckeneti forma sterzeli est remplacé au sommet du Stéphanien et à l'Autunien par *D. leptophylla*. C'est au Permien supérieur seulement que cette espèce se développe en Russie et en Asie où elle est signalée sous le nom de *P. anthriscifolia* GOEPPERT. La synonymie de *D. leptophylla* et de *P. anthriscifolia* avait été proposée par Zeiller [1892]. Elle a été confirmée d'abord par Zalesky [1935 b], puis par Halle [1927] et par Kawasaki [1927].

On serait tenté d'admettre que *D. pluckeneti* SCHLOTH., *D. pluckeneti f. sterzeli* ZEILL. et *D. leptophylla* représentent trois stades de l'évolution d'une même plante.

Dicksonites beyrichi WEISS sp.

Texte-fig. 16 C.

Cyatheites beyrichi WEISS [1869, p. 70, pl. VIII, fig. 1].

Pecopteris beyrichi WEISS. Zeiller [1892, p. 29, pl. VI, fig. 3].

J'ai rapporté à cette espèce les empreintes provenant des argilithes de Peyrignac et présentant les caractères de *P. beyrichi* déterminés par Zeiller. Ces échantillons sont conservés dans la collection de Paléontologie de l'École des Mines de Paris où j'ai pu les examiner. Leurs caractères sont bien conformes à ceux établis par Weiss : les pinnules sont plus ou moins lobées suivant la position des pennes sur les frondes ; l'ensemble présente un aspect sphénoptéroïdien. J'ai retrouvé les mêmes caractères sur des empreintes provenant de la Sarre : les unes de l'assise de Breitenbach, les autres de l'assise de Lebach, où Weiss avait récolté le type de l'espèce. Il faut encore attribuer à cette espèce plusieurs empreintes récoltées par P. Vetter dans le petit gisement autunien de Planioles (Lot). Le limbe « sphénoptéridien » des pinnules, les rachis ailés (bien visibles sur la figure donnée par Zeiller) et l'allure générale des pinnules et des pennes rapprochent cette espèce des Ptéridospermées du genre *Dicksonites*.

III. Groupes compréhensifs comprenant des Filicales, des Ptéridospermales et des formes incertae sedis.

Famille Sphénopteridées.

Genre *Sphenopteris* BRONGNIART 1822.

Sphenopteris BRONGNIART [1822, p. 35].

Sphenopteris BRONG. Zeiller [1888, p. 44].

Frondes bipinnées (souvent tripinnées ou quadripinnées), profondément découpées. Pinnules en général assez petites, contractées à la base en un pédicelle assez étroit, généralement divisées en lobes aigus ou arrondis, souvent eux-mêmes rétrécis en coin vers leur base. Nervures simples ou ramifiées, naissant et se divisant sous des angles habituellement assez aigus.

Ce genre a été créé pour des espèces à pinnules lobées, rétrécies à leur base et peu adhérentes au rachis. Il représente ainsi un groupe compréhensif et très artificiel qui a été décomposé, par la suite, en un grand nombre de genres, tout aussi arbitraires, caractérisés par des détails morphologiques de leurs frondes. On a distingué ainsi les genres : *Sphenopteris*, *Rhocopteris*, *Zygopteris*, *Ovopteris*, *Rhodea*, *Palmatopteris*...

D'autres genres, plus naturels, sont fondés sur la forme et la nature des sporanges, ainsi : *Renaultia*, *Corynepteris*, *Discopteris*... A l'heure actuelle, le mode de reproduction de la plupart des espèces est encore inconnu. Certaines se rattachent toutefois avec certitude aux Ptéridophytes alors que d'autres sont des Ptéridospermées.

Les *Sphenopteris* sont abondants et variés au Westphalien, mais disparaissent presque complètement au sommet de cet étage. Ils sont remplacés au Stéphanien par une série de formes nouvelles attribuées provisoirement au genre *Sphenopteris* bien qu'elles paraissent être sans aucun rapport avec les *Sphenopteris* westphaliens. Les *Sphenopteris*, apparus durant le Stéphanien inférieur et moyen, se diversifient considérablement au Stéphanien supérieur pour disparaître à peu près complètement durant l'Autunien. Gothan [1935 c] et Weigelt [1928] ont rapporté au genre *Sphenopteris* des fragments de frondes très découpées provenant des schistes cuprifères du Mansfeld (Zechstein, Permien supérieur) (*Sphenopteris kukukiana* GOTHAN et NAG., *Sph. gothani* WEIGELT, *Sph. patens* ALTHAUS, *Sph. densifolia* WEIG.). Ces déterminations génériques paraissent douteuses.

Les frondes de *Sphenopteris* devaient posséder des limbes très délicats et fragiles, leur état de conservation est généralement defectueux. Plusieurs des espèces, décrites par Zeiller [1888] dans le bassin de Commentry, n'ont pas été retrouvées ailleurs. Il s'agit en particulier de *Sphenopteris fayoli* ZEILL., *Sph. lenis* ZEILL., *Sph. picandeti* ZEILL. ; ces formes ne diffèrent les unes des autres que par un petit nombre de caractères, mais en l'absence de pièces de comparaison suffisamment nombreuses, j'ai conservé les déterminations de Zeiller.

Sphenopteris matheti ZEILLER.

Sphenopteris matheti ZEILLER [1888, p. 49, pl. I, fig. 3-6].

Sph. biturica ZEILLER [1888, p. 46, pl. I, fig. 2].

Sph. matheti ZEILLER [1906, p. 23, pl. IV, fig. 1-6 ; V, fig. 1-2 ; VI-VII, fig. 1].

Sph. matheti ZEILLER est une espèce très fréquente durant toute la moitié supérieure du Stéphanien. Ses frondes pouvaient atteindre des dimensions considérables. Le *Sph. biturica*, décrit à Commentry, a été réuni par Zeiller [1906] au *Sph. matheti* dans la flore fossile du bassin de Blanzky et du Creusot. La différence enregistrée entre les deux Végétaux paraît en effet insuffisante pour en faire deux espèces distinctes. L'identité de *Sph. fayoli* avec cette espèce paraît vraisemblable.

Sphenopteris kidstoni ZEILLER.

Sphenopteris kidstoni ZEILLER [1888, p. 55, pl. I, fig. 9-10].

Cette espèce, créée par Zeiller sur des échantillons du bassin de Commentry, semble exister à Decazeville, mais les empreintes récoltées dans ce gisement sont de petites dimensions et manquent de netteté pour être déterminées avec certitude.

Sphenopteris casteli ZEILLER.

Sphenopteris casteli ZEILLER [1888, p. 59, pl. II, fig. 1-5].

Sph. casteli est connu dans plusieurs gisements par des empreintes atteignant souvent des dimensions considérables. Cette espèce ne peut être confondue avec *Sph. matheti* ZEILL., dont elle s'écarte nettement par ses pinnules ovales, décurrentes sur le rachis, entières et contractées à la base, à bord souvent un peu ondulé et parfois nettement lobé, à nervure médiane généralement nette, arquée et décurrente à la base.

Sphenopteris fossorum ZEILLER.

Sphenopteris fossorum ZEILLER [1888, p. 62, pl. II, fig. 8-9].

Plusieurs empreintes du bassin de Decazeville ont pu être rapportées à *Sph. fossorum* ZEILL. Il s'agit d'une forme voisine de *Sph. casteli*, mais ses pinnules ne sont jamais entières, toujours munies de 3 à 9 lobes saillants affectant un contour presque semi-circulaire.

Genre *Rhacopteris* SCHIMPER 1869

Rhacopteris SCHIMPER [1869, I, p. 482].

Frondes bipinnées ; rachis rigides, parcourus par un sillon médian. Pennes allongées, à bords linéaires. Pinnules insérées subhorizontalement, dressées, contiguës ou imbriquées, à contour rhomboïdal-allongé, plus ou moins profondément laciniées et divisées en lobes étroits, droits ou faiblement recourbés.

Rhacopteris courtini ZEILLER. *sp.*

Eremopteris courtini ZEILLER [1888, p. 72, pl. II, fig. 6 et 7].

Cette espèce a été créée par Zeiller sur deux échantillons provenant du Stéphanien supérieur de Commentry. Des empreintes fragmentaires, récoltées à Brive et à Decazeville dans des formations de même âge, présentent à peu près les mêmes caractères. En réalité, il ne s'agit pas d'un *Eremopteris* mais d'un *Rhacopteris* voisin de *Rh. busseana* STUR [Hirmer et Guthörl, 1940]. On peut également rapprocher l'espèce de Zeiller, de *Rh. gomesiana* (HEER) TEIX. du Stéphanien portugais [Teixeira, 1943], dont elle se distingue toutefois par ses dimensions moindres et par son aspect plus gracieux.

Genre *Zygopteris* CORDA 1845 (= *Etapteris* RENAULT ?)

Zygopteris CORDA [1845, p. 81].

Zygopteris CORDA. Zeiller [1888, p. 76].

Pétiotes ou rachis parcourus par un faisceau vasculaire offrant en coupe transversale la forme d'un H ; pennes fertiles dépourvues de limbe. Spores de grande taille, ovoïdes, rétrécis vers la base, munis d'un anneau élastique longitudinal à plusieurs rangs de cellules et réunis en bouquets brièvement pédicellés.

Ce genre n'est rapporté aux Sphénoptéridées qu'en raison des profondes découpures de ses frondes stériles, portant des pinnules lobées, à dents aiguës. Il s'en écarte sensiblement par sa nervation irrégulièrement anastomosée, les *Sphenopteris* ayant toujours des nervures à branches libres et régulièrement divisées.

Zygopteris pinnata GRAND'EURY.*Zygopteris pinnata* GRAND'EURY [1877, p. 200, pl. XVII, fig. 1].*Z. pinnata* GR. EU. Zeiller [1888, p. 77, pl. XXXII, fig. 5-7].

Des échantillons très complets se rapportant à cette espèce ont été décrits et figurés par Zeiller [1888] dans la « flore du terrain houiller de Commentry ». De belles empreintes, récoltées à Blanzay, se trouvent dans la collection des Houillères du bassin de Blanzay à Montceau. Des fragments plus réduits ont été recueillis à Saint-Étienne et à Decazeville. Des Aphlébies de très grandes dimensions, décrites sous le nom de *A. germari*, se rapportent vraisemblablement à la même plante.

Zygopteris cornuta ZEILLER.*Zygopteris cornuta* ZEILLER [1892, p. 53, pl. IX, fig. 5 et 6].*Aphlebia dessorti* ZEILLER [1892, p. 51, pl. IX, fig. 4].*A. dessorti* ZEILLER. Hirmer [1927, p. 512].

Cette espèce, décrite par Zeiller dans le bassin de Brive (Autunien inférieur), est très proche de la précédente. D'après Hirmer [1927], *Aphlebia dessorti*, déterminé par Zeiller dans le même gisement, appartiendrait à la même plante.

Genre *Ovopteris* POTONIE 1893.*Ovopteris* POTONIE [1893, p. 4, 39, 42].*Ovopteris* POTONIE. Behrend in Potonié [1909, Lief. VI, n° 106].

Frondes probablement pinnées. Pinnules ovales pouvant présenter, soit des bords entiers et plus ou moins nettement lobés, soit des bords dentelés et plus ou moins profondément laciniés. Nervation dichotome, chaque lobe des pinnules renfermant une seule nervure secondaire. Rachis généralement nus, parfois légèrement striés en long, rarement écailleux. Chez certaines espèces, formations aphléboïdes fixées directement sur le rachis principal à la base des pennes. Fructifications de type Discopteris.

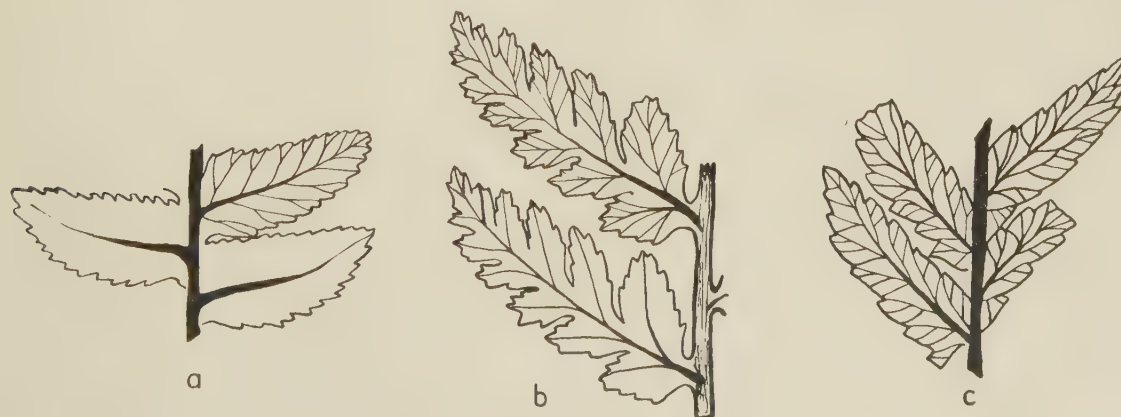
Ce genre comprend à la fois des formes westphaliennes et des formes stéphaniennes. Ce sont de vraies Fougères (*Discopteris*) présentant au point de vue morphologique, des caractères intermédiaires entre les *Sphenopteris* typiques et les *Pecopteris*.

Ovopteris pecopteroides LANDESKROENER.

Pl. I, fig. 3 et texte-fig. 17.

Sphenopteris cristata ZEILLER (non BRONGNIART). Zeiller [1888, p. 64, pl. III, fig. 1-2].*Ovopteris pecopteroides* LANDESKROENER. Potonié [1906, Lief. IV, n° 61].*Discopteris cristata* ZEILLER [1906, p. 10, pl. I, fig. 1 et 2; II, fig. 1 et 2; III, fig. 3].

Cette espèce est très répandue dans les dépôts du Stéphanien supérieur où elle est souvent associée à *Sph. matheti* ZEILL. Elle présente parfois des ressemblances avec *Dicksonites pluckeneti* comme

FIG. 17. — *Ovopteris pecopteroides* LANDESKR., × 2.

l'indique la fig. 17, mais on ne peut la confondre avec cette espèce. Les empreintes de Commen-try et de Blanzky, attribuées par Zeiller à *Sph. cristata* BRONG., se rapportent en réalité à *O. pectopteroides*. Mais il n'y a pas synonymie entre l'espèce de Brongniart et *O. pectopteroides*. *Sph. cristata* (*O. cristata* (BRONG.) LANDESKR.) a des pinnules plus petites, plus contractées à la base, se rapprochant davantage du type *Sphenopteris*. Il se cantonne à peu près exclusivement dans les assises du Westphalien et ne semble pas avoir persisté au delà du Stéphanien inférieur (Carmaux).

Ovopteris decheni WEISS sp.

Sphenopteris decheni WEISS [1869, p. 53, pl. VIII, fig. 2].

Sph. decheni WEISS. Zeiller [1892, p. 10, pl. I, fig. 1].

Ovopteris decheni WEISS. Potonié [1903, Lief. I, n° 7].

Le type de cette espèce, décrit par Weiss, provient de l'Autunien supérieur de la Sarre (assise de Lebach). Dans le Massif Central, elle a été déterminée par Zeiller à Brive. Je n'ai récolté aucune empreinte pouvant lui être attribuée. Elle se distingue de *O. pectopteroides* LANDESKR., par des pinnules non lobées, ni denticulées, à nervation assez nette.

Sous le nom spécifique d'*Ovopteris weissi*, Potonié [1903] a décrit une empreinte de l'Autunien inférieur de Thuringe, se rapportant plus vraisemblablement à *Sph. matheti* ZEILL.

Famille Taenioptéridées.

Au Stéphanien supérieur et au Permien, la famille des Taenioptéridées est représentée par les genres *Taeniopteris* BRONG. et *Lesleya* LESQUEREUX.

Genre *Taeniopteris* BRONGNIART 1828.

Taeniopteris BRONGNIART [1828, p. 61 et 1832, p. 262].

Taeniopteris BRONGNIART. Zeiller [1888, p. 279].

Pennes ou frondes simples, rubanées, à bords parallèles entiers, notablement plus longues que larges. Nervure médiane bien marquée, se suivant jusqu'au sommet ; nervures secondaires se détachant sous des angles plus ou moins ouverts, puis arquées et assez étalées, simples ou plus ordinairement une ou plusieurs fois bifurquées, atteignant les bords du limbe sous des angles presque droits ou tout au moins assez ouverts.

Tel qu'il a ainsi été défini par Brongniart et Zeiller, ce genre groupe des formes présentant entre elles de notables différences. Certaines espèces, comme *T. jejuna* GR. EU., avaient des frondes pinnées, peut-être même bipinnées ; les autres, tel *T. multinervis* WEISS, étaient constituées par des frondes simples et rubanées.

A l'heure actuelle, les fructifications de la plupart de ces Végétaux sont encore inconnues et aucun indice ne permet de préjuger quel était leur mode de reproduction. Il est donc difficile de se faire une idée de leur position systématique exacte. On ne peut davantage apprécier la valeur réelle des différences que laisse supposer la distinction arbitraire entre frondes simples et frondes pinnées.

Pour P. Bertrand [1926, 1932], le genre *Taeniopteris* représenterait un groupe complexe renfermant, à côté de véritables Fougères, des plantes voisines des *Cycadales*.

M. Emberger [1944] suppose que la plupart des *Taeniopteris* appartiennent au groupe des Ptéridospermées, mais certains d'entre eux relèveraient probablement de genres très divers et même d'autres groupes, telles que les *Cycadales*, les *Bennettitales* et les *Nilsonniales*. Un petit nombre serait constitué par des vraies Fougères. Il est du reste vraisemblable que les formes à frondes simples n'appartiennent pas au même groupe naturel que les formes à frondes pinnées : ces der-

nières se rattachent, du moins en partie, aux Fougères, ainsi que l'a montré la découverte des fructifications de *T. jejunata*, décrite par Remy [1953] sous le nom d'*Ilfeldia*.

Les formes à frondes simples n'étaient vraisemblablement pas des Ptéridophytes. Elles présenteraient plutôt des affinités avec les Bennettitales du Secondaire ; on sait, en effet, que de nombreuses empreintes de cette époque ont été attribuées à tort au genre *Taeniopteris*. Selon Thomas, les grandes frondes de *T. vittata* BRONG., correspondraient au feuillage d'une Bennettitale du Jurassique moyen, *Williamsoniella coronata*.

Quelques empreintes, particulièrement bien conservées et de grandes dimensions, ont montré que les frondes simples pouvaient être réunies par leurs pétioles pour former des sortes de bouquets. Une telle disposition a été observée par Sterzel [1886] sur des frondes de *T. abnormis* GUTBIER, de Chemnitz-Hilbersdorf (Saxe). Gothan [1935 c] et Weigelt [1928] ont décrit des arrangements analogues sur des empreintes de *T. eckardi* SCHENK des schistes cuprifères de Mansfeld (Zechstein). On y a reconnu deux bouquets de frondes comparables à ceux de Chemnitz, ainsi qu'un axe assez épais, partiellement garni de feuilles simples. Les bouquets de frondes correspondaient probablement aux sommets de ces axes. Une telle architecture de frondes n'a jamais été observée chez les Ptéridophytes.

A l'intérieur du groupe des *Taeniopteris* à frondes simples, on peut encore établir une subdivision basée sur le contour des frondes. On distingue ainsi :

1. Les *Taeniopteris* à fronde fusiforme : la fronde de ces espèces est renflée dans sa partie moyenne et effilée aux deux extrémités. La nervure médiane est généralement bien marquée, mais relativement peu épaisse. Les nervures secondaires, d'abord très obliques par rapport au rachis, s'infléchissent brusquement vers l'extérieur pour aboutir aux bords du limbe sous un angle voisin de 90°. Le limbe paraît avoir été mince et fragile car il est souvent déchiré. Les principaux représentants de ce groupe sont *T. multinervis* WEISS et *T. abnormis* GUTBIER, que Schenk [Zittel, 1879] considérait comme étant les seuls *Taeniopteris* authentiques.

2. Les *Taeniopteris* à fronde spatulée : le limbe se termine au sommet en une extrémité obtuse assez largement arrondie ; vers la base de la fronde, il s'arrête brusquement en une terminaison assez anguleuse au lieu de se prolonger le long du pétiole en diminuant progressivement de largeur comme dans les formes précédentes. La nervure médiane est généralement large et saillante, finement striée dans le sens de la longueur. Les nervures secondaires, sensiblement rectilignes, sont presque normales aux bords du limbe, à la base et dans la région inférieure des frondes, de plus en plus inclinées vers l'extrémité. Le limbe a un aspect épais et coriace, il est souvent lacéré suivant les nervures secondaires. Les formes se rattachant à ce type sont plutôt rares dans les formations permo-carbonifères de nos régions : on n'en connaît qu'une seule espèce, *T. fallax* GOEPPERT var. *minor*, qui se cantonne dans l'Autunien supérieur. Par contre, on connaît plusieurs représentants de ce groupe dans la flore cathaysienne : *T. serrata* HALLE, *T. spatulata* KAWASAKI... *T. eckardi* SCHENK, de la flore du Zechstein, présente dans l'ensemble les caractères de cette famille.

Gothan [1935 c], Weigelt [1928], ainsi que Stockmans [1939] voient dans le contour spatulé des frondes une ressemblance avec *Glossopteris*. Ce genre, caractéristique de la flore gondwaniennne, groupe des formes simples, à contour subovale et rétréci à la partie inférieure, possédant une nervure centrale nette sur laquelle les nervures secondaires viennent s'anastomoser en un réseau à mailles allongées. Pour Schenk [Zittel, 1879], les *Glossopteris* seraient des Dictyotæniopteridées, c'est-à-dire des *Taeniopteris* à nervation anastomosée. Entre les *Taeniopteris* spatulés et les *Glossopteris*, il y aurait ainsi des affinités analogues à celles qui réunissent les genres *Alethopteris* et *Lonchopteris*, *Neuropteris* et *Linopteris*. Mais l'absence d'organes reproducteurs connus ne permet pas de conclure à une telle parenté. La convergence de forme peut cependant traduire une adaptation à certaines conditions biologiques semblables. Il importe de noter à ce sujet que les *Taeniopteris* spatulés sont surtout nombreux dans les formations permo-carbonifères extra-européennes. En Europe, elles n'apparaissent qu'au sommet de l'Autunien et sont associées à des formes annonçant la flore du Permien supérieur.

Il faut enfin rapprocher des *Taeniopteris* à frondes spatulées les curieux Végétaux permo-

carbonifères groupés dans le genre *Lesleya* LESQUEREUX. Pour Gothan [1935 c], *T. eckardi* SCHENK, se rapporterait au genre *Lesleya* plutôt qu'au genre *Taeniopteris*.

Les empreintes de *Taeniopteris* sont souvent difficiles à classer. Pour T. G. Halle [1927], les *Taeniopteris* devraient être répartis dans un plus grand nombre d'espèces, mais leurs caractères spécifiques sont souvent peu nets et peu apparents : ils se réduisent à la forme générale des frondes et aux caractères nervuraires. Aussi y aurait-il intérêt pour la détermination à tirer parti des petits détails. Pour fixer la valeur d'un caractère, Halle propose d'appliquer la loi de Galton et d'établir un diagramme de fréquence des caractères déterminés : si la courbe obtenue a plusieurs sommets, il conclut qu'il est en présence d'autant d'espèces. Ce procédé n'est dans la pratique guère utilisable. Comme toute méthode statistique, elle exige l'examen d'un grand nombre d'échantillons et l'élimination des empreintes ne présentant aucun caractère net. Même dans les gisements les plus caractéristiques, les frondes bien conservées sont rares et souvent fragmentaires. Certains échantillons ne peuvent être déterminés avec certitude.

1. *Taeniopteris* à fronde pinnée.

Taeniopteris jejuna GRAND'EURY.

Texte-fig. 18.

Taeniopteris jejuna GRAND'EURY [1877, p. 121].

T. jejuna GR. EU. Zeiller [1888, p. 280, pl. XXII, fig. 7-8].

Cette espèce appartient sans conteste au groupe des *Taeniopteris* à fronde pinnée : on en connaît quelques exemplaires où les pennes simples sont encore fixées au rachis support. De telles empreintes sont toutefois assez rares ; le plus souvent on n'a récolté que des pennes isolées ou fragmentaires. Elles sont faciles à déterminer et se distinguent des autres espèces par leur nervation comprenant toujours des groupes de 4 nervures (2 dichotomies) rigoureusement parallèles les unes aux autres.

T. jejuna est une des espèces caractéristiques du Stéphanien moyen. Elle a cependant été récoltée dans le Stéphanien supérieur de plusieurs gisements et persiste encore à l'Autunien inférieur où elle coexiste avec les premiers *Callipteris conferta* STERNBERG.

Taeniopteris carnoti ZEILLER.

Taeniopteris carnoti ZEILLER [1888, p. 282, pl. XXII, fig. 10].

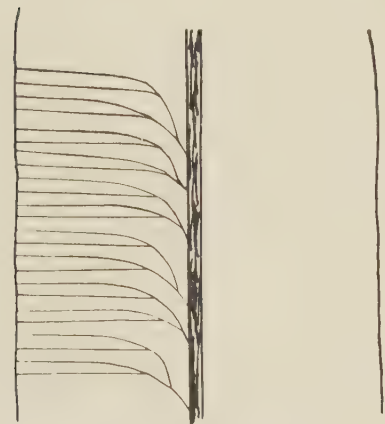


FIG. 18.— *Taeniopteris jejuna* GR. EU., × 2.

Cette espèce, créée par Zeiller sur un seul échantillon du bassin de Commentry, a été signalée, en outre, par Nemejc [1951] dans les formations autuniennes de Bohême-Moravie. Zeiller pense qu'il s'agit d'une forme à fronde pinnée analogue à celle de *T. jejuna* GR. EU. Le fragment de fronde figuré dans l'« Atlas de la flore de Commentry » [Zeiller, 1888, pl. XXII, fig. 10] est échancré en cœur à la base et brièvement pédicellé. Mais la nervation serait plutôt du type *T. multinervis* WEISS, les nervures secondaires sont beaucoup plus nombreuses et plus serrées que chez *T. jejuna* ; *T. carnoti* diffère toutefois de *T. multinervis* par ses folioles plus étroites, ses nervures secondaires moins divisées et sa nervure médiane beaucoup moins accusée.

2. *Taeniopteris* à frondes simples.

A. Frondes fusiformes.

Taeniopteris multinervis WEISS.

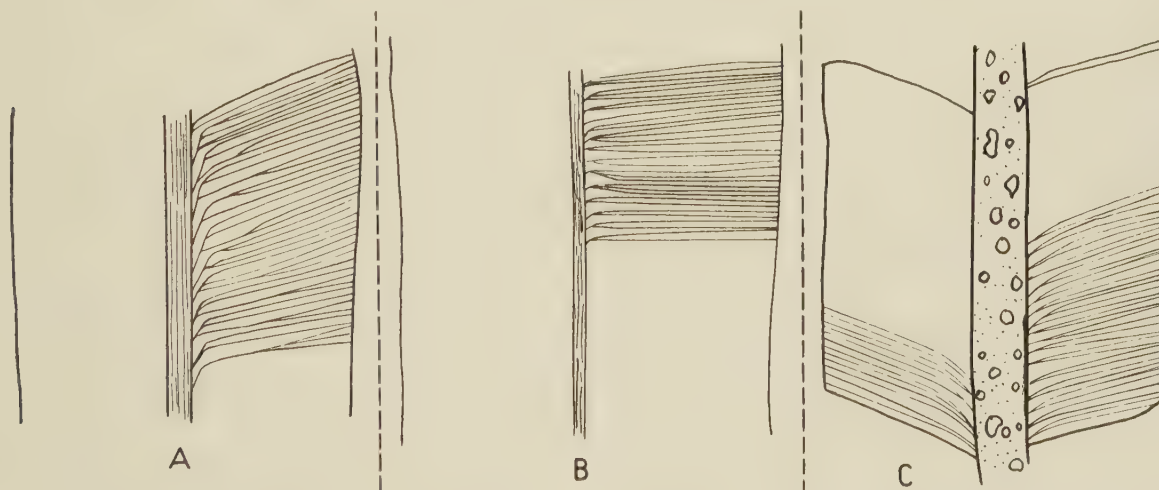
Pl. XV, fig. 1, 3 et 4 et texte-fig. 19 A.

Taeniopteris multinervis WEISS [1869, p. 98, pl. VI, fig. 13].*T. multinervis* WEISS. Zeiller [1890, p. 163, pl. XII, fig. 2-5; XIII, fig. 1].

Cette espèce groupe des frondes simples, linéaires, se rétrécissant graduellement vers la base et vers le sommet, à extrémité obtusément aiguë. Les dimensions des folioles attribuées à *T. multinervis* sont extrêmement variables. Certaines d'entre elles ne dépassent guère une dizaine de centimètres de longueur, sur 2 à 3 cm de largeur. D'autres devaient mesurer plus de 20 cm de longueur pour une largeur maximum de 7 cm. Il semblerait que les formes du Stéphanien supérieur étaient les plus petites, les exemplaires de grandes dimensions étant surtout cantonnées dans les dépôts de l'Autunien supérieur. Toutes ces frondes, qui diffèrent au premier abord par leurs dimensions, présentent des caractères nervuraires identiques permettant de les identifier.

La nervure centrale, prolongeant le rachis, est épaisse, plate, large de 2 à 6 mm, marquée de stries longitudinales irrégulières. Les nervures secondaires, fines, se détachent du rachis sous un angle très aigu pour se recourber ensuite brusquement vers l'extérieur et terminer leur course sans autre déviation. Elles sont généralement deux fois divisées : la première bifurcation se trouvant dans la courbure située près du rachis, la deuxième division se place à une distance variable de la nervure centrale. Les nervules aboutissant aux bords du limbe sont très serrées, au nombre de 25 à 45 par centimètre.

T. multinervis apparaît dès le Stéphanien supérieur où il est assez fréquent dans certains gisements; on n'y connaît cependant que des formes de petites dimensions. Il est particulièrement abondant dans les formations appartenant à l'Autunien supérieur où des frondes de dimensions souvent considérables, peuvent constituer de véritables empilements.

FIG. 19. — A : *Taeniopteris multinervis* WEISS. — B : *T. abnormis* GUTB. — C : *T. fallax* GOEPP., $\times 4/3$.*Taeniopteris abnormis* GUTBIER.

Texte-fig. 19 B.

Taeniopteris abnormis GUTBIER [1835, p. 73, pl. XIII].*T. abnormis* GUTBIER. Halle [1927, p. 143, fig. 1].

Cette espèce est voisine de *T. multinervis* et plusieurs auteurs se sont demandés si les deux formes ne sont pas identiques [Zeiller, 1894 b et Carpentier, 1931-32]. Les différences avec *T. mul-*

tinervis, que j'ai constatées sur des empreintes de Lodève et d'Autun, m'ont incité à distinguer *T. abnormis* du *T. multinervis* typique, comme l'avait proposé Halle [1927]. Les feuilles de *T. abnormis* sont plus grandes, en particulier plus larges que celles de *T. multinervis*. La nervure médiane est plus étroite et moins épaisse, les nervures secondaires, moins fortement recourbées sur le rachis, sont seulement divisées près de leur base, il n'y a donc pas de différence aussi marquée dans la densité relative de la nervation près du rachis et près du bord. Les nervures secondaires partent à peu près normalement du rachis. Le limbe se rétrécit progressivement à la partie inférieure, en se prolongeant le long du rachis comme chez *T. multinervis*. Il semble avoir été plus mince et plus fragile que chez ce dernier, car il est souvent fissuré et déchiré latéralement (sur les empreintes de Lodève, par exemple).

B. Frondes spatulées.

Taeniopteris fallax GOEPPERT var. *minor*.

Texte-fig. 19 C.

Taeniopteris fallax GOEPPERT [1864, p. 130 ; pl. VIII, fig. 5-6, IX, fig. 3].
T. aff. fallax GOEPPERT. Carpentier [1931, p. 191, pl. XI, fig. 1 et 2].

Cette espèce groupe des frondes simples dont la largeur varie de 23 à 35 mm environ entre la base et le sommet. Le contour de ces frondes diffère sensiblement de celui des formes précédentes.

A la partie inférieure, le limbe s'arrête brusquement en une terminaison arrondie ou plus ou moins anguleuse, au lieu de se rétrécir graduellement le long du rachis.

La nervure médiane, qui prolonge le rachis à l'intérieur de la fronde, est assez large par rapport à la largeur de la feuille, 2 à 3 mm et davantage. Sur un échantillon de Lodève, elle atteint une largeur de 5 mm à la base. Elle est striée et garnie de ponctuations. Les nervures secondaires sont à peine incurvées près de la base et se dirigent vers les bords suivant une direction sensiblement normale au rachis. Vers le sommet de la fronde, elles sont un peu plus arquées que dans la région inférieure. Elles se divisent très près du rachis et demeurent simples pendant tout le reste de leur parcours. Les nervures sont un peu moins serrées que chez *T. multinervis* WEISS, au nombre de 20 à 30 par centimètre.

Le limbe paraît avoir été assez épais et tend à se découper en segments limités par des nervures secondaires parallèles.

J'ai rapporté à cette espèce un échantillon provenant des schistes autuniens de Lodève, un échantillon des schistes de Millery (Autun), une empreinte des schistes de Charmoy (déterminée par Zeiller : *T. multinervis*) et un échantillon provenant de l'étang du Martenet. Grand'Eury [1877] mentionne la présence de cette espèce dans l'Autunien inférieur de Bert. Cette détermination n'a pas été vérifiée.

Boulay [1879] puis Zeiller [1894 b] ont considéré le *T. fallax* GOEPPERT comme spécifiquement identique à *T. multinervis* WEISS. Les caractères des nervures et surtout la forme générale des frondes me paraissent suffisants pour justifier, à la suite de Carpentier [1931], la distinction d'une espèce autonome que je classe dans une famille différente de celle de *T. multinervis*.

Genre *Lesleya* LESQUEREUX 1879.

Lesleya LESQUEREUX [1879, p. 142].

Lesleya LESQUEREUX. Zeiller [1890, p. 166].

Frondes (ou pennes) ? simples, ovales-lancéolées, à bords entiers ou très finement dentelés, parfois lacérés suivant les nervures. Nervure médiane très forte, se divisant en nervules avant d'atteindre le sommet ; nervures secondaires nombreuses, naissant sous des angles aigus, plus ou moins arquées, plusieurs fois bifurquées, atteignant plus ou moins obliquement le bord du limbe.

Ainsi défini, le genre *Lesleya* s'apparente de toute évidence aux *Taeniopteris*. Les dimensions souvent considérables des fragments conservés indiqueraient qu'il s'agit de frondes simples plutôt

que de frondes pinnées. Ces Végétaux offrent des ressemblances incontestables avec les *Taeniopteris* spatulés : nervure médiane très forte, nervures secondaires rectilignes, limbe souvent lacéré suivant les nervures.

Pour Gothan [1935 c], les *Lesleya* seraient des *Glossopteris* à nervation dichotome. On pourrait les considérer comme étant des formes de passage entre les *Taeniopteris* et les *Glossopteris*. Gothan rappelle, à l'appui de cette hypothèse, que de nombreux *Lesleya* ont été récoltés en Russie, en étroite association avec les éléments de la flore angaridienne typique.

Dans les formations permo-carbonifères d'Europe occidentale, les représentants de ce genre sont assez rares. On en connaît trois espèces.

Lesleya ensis ZEILLER.

Lesleya ensis ZEILLER [1888, p. 285, pl. XXIII, fig. 6].

Cette espèce, créée par Zeiller, est représentée par un seul fragment de fronde dont l'extrémité et la base n'ont pas été conservées. La nervure médiane est large, plate et finement striée en long. Les nervures secondaires, très obliques par rapport au rachis, sont faiblement arquées, 2 ou 3 fois divisées et inclinées sur les bords du limbe. On en compte de 8 à 12 par centimètre. Les nervures secondaires sont donc plus divisées que chez les *Taeniopteris* spatulées, et plus obliques par rapport au rachis et aux bords du limbe.

Le limbe paraît avoir été assez coriace.

Lesleya delafondi ZEILLER.

Lesleya delafondi ZEILLER [1890, p. 166, pl. XIII, fig. 2].

L. delafondi ZEILLER, Florin [1933, pl. I, fig. 1].

Le type de cette espèce provient des schistes bitumineux d'Igornay (Autunien inférieur). Elle se distingue de *L. ensis* par la largeur plus grande de sa fronde, par le bord du limbe finement denticulé, par ses nervures plus fortes et plus divisées. Les dimensions de ses frondes étaient certainement plus grandes que celles de *L. ensis*.

Une autre empreinte se rattachant à cette espèce a été récoltée dans l'Autunien moyen du bassin de Blanzky (sondage de Sanvignes, d'après P. Corsin).

Une autre espèce de ce genre, *L. cochii*, a été déterminée par de Stefani [1901] dans l'Autunien inférieur de Monte-Vignale (Autunien inférieur). La même espèce a été identifiée par Zeiller [1906] dans le Stéphanien moyen du bassin de Blanzky.

IV. Arthrophytes.

Famille Sphénophyllées

Les Sphénophyllées étaient de petites plantes probablement herbacées, à tige pleine, articulée et cannelée. Leurs côtes peu nombreuses n'alternent pas comme chez *Calamites* d'un entre-nœud au suivant. Leur nombre semble correspondre à celui des feuilles composant un verticille. Les verticilles sont également superposés et non alternes comme chez *Calamites*. Ils comportent 6, 9, 12 ou 18 folioles (toujours un nombre multiple de trois). Celles-ci sont étroites à leur base, élargies au sommet, de forme générale triangulaire, à extrémité tronquée ou plus ou moins arrondie, parfois finement dentelée. Elles sont souvent munies d'une échancrure médiane de profondeur variable. On connaît des espèces à feuilles découpées en fines lanières, ce qui fait supposer que ces plantes vivaient dans l'eau. Yabe et Oishi [1929] ont décrit en Chine des *Sphenophyllum* à tige épineuse correspondant vraisemblablement à des formes grimpantes (lianes).

A cause de leur structure particulière, les Sphénophyllées ne peuvent être comparées à aucune

plante vivant actuellement. Leurs épis fructifères ou *Sphenophyllostachys* sont portés à l'extrémité des rameaux. Ils sont formés par une suite de verticilles d'écailles protectrices ou bractées portant à leur aisselle des sporanges.

Les caractères anatomiques de leurs tiges (bois primaire centripède), ainsi que la disposition articulée de la tige, permettent de rattacher cette famille aux Articulées ou Arthrophytes.

Pour H. Potonié [1897], les Sphénophyllées étaient des plantes aquatiques, en particulier les formes hétérophylles. Les rameaux à feuilles entières flottaient à la surface de l'eau alors que les tiges garnies de feuilles très divisées étaient immergées.

D'après Kidston et Seward [1898-1919], au contraire, l'anatomie de leurs tiges serait celle d'une liane. Cette manière de voir est adoptée par Hirmer [1927] qui pense toutefois que certaines formes très grâciles pouvaient correspondre à des plantes herbacées très petites et plus ou moins hygrophiles.

Les *Sphenophyllum* sont connus du Dévonien supérieur au Trias inférieur. Ils semblent avoir atteint le maximum de leur développement au Carbonifère. Les formes anciennes sont caractérisées par des folioles très divisées ; les exemplaires du Stéphanien et du Permien ont des feuilles généralement entières et de dimensions plus considérables. Selon Emberger [1944], il y aurait eu une évolution des formes à feuilles plurifides aux formes à feuilles entières, par palmure des espaces interdigitaires.

Chez certaines espèces, le dimorphisme des feuilles est très accusé (hétérophylle). Sur les rameaux de dernier ordre, les verticilles sont formés de folioles digitées, tandis que les rameaux d'ordre supérieur portent des feuilles entières. Chez les formes ne présentant que des feuilles d'un même type, on observe parfois une inégalité dans les dimensions des folioles constituant un même verticille : une paire de feuilles est plus petite que les deux autres (disposition *Trizygia*).

Genre *Sphenophyllum* BRONGNIART 1822.

Sphenophyllum BRONGNIART [1822, p. 9 et 1828, p. 68].

Sphenophyllum BRONGNIART. Doubinger et Vetter [1954 a].

Plante herbacée à tige grêle et longue, ne dépassant pas 1 cm de diamètre même chez les formes de très grande taille ; tige divisée en nœuds et entre-nœuds, plusieurs fois ramifiée ; rameaux de 1-5 mm de diamètre. Feuilles en verticilles, groupées aux nœuds, au nombre de 6, 9 ou 12 par verticille, verticilles toujours superposées. Feuilles entières, à contour triangulaire ou arrondi, parfois plus ou moins profondément divisées en lanières, parcourues par des nervures égales, plusieurs fois divisées.

Suivant la forme générale des folioles, trois groupes ont pu être distingués [Doubinger et Vetter, 1954 a] : *Sphenophyllum* à feuilles allongées, triangulaires et ovales.

1. *Sphenophyllum* à feuilles allongées.

Sphenophyllum angustifolium GERMAR.

Sphenophyllum angustifolium GERMAR [1845, p. 18, pl. VII, fig. 4-7].

Sph. angustifolium GERMAR. Renault [1890, p. 486, pl. L, fig. 6 et 7].

Cette espèce se cantonne dans les niveaux du Stéphanien supérieur et de l'Autunien inférieur. Elle diffère des autres *Sphenophyllum* par ses dimensions extrêmement petites et par l'aspect digité de ses folioles. Les feuilles sont étroites, longues de 8 à 9 mm. Le rapport de la longueur sur la plus grande largeur est de 4. Elles se terminent généralement par 4 petites dents. Parfois la feuille est nettement divisée par une échancrure médiane (*var. bifidum* de Grand'Eury). Il y a quatre nervures à l'extrémité et deux à la base des folioles. Les exemplaires récoltés à Commeny sont plus petits que ceux de Brive et de Decazeville.

Sphenophyllum tenuifolium FONTAINE et WHITE.*Sphenophyllum tenuifolium* FONTAINE et WHITE [1880, p. 38, pl. I, fig. 9].*Sph. tenuifolium* FONTAINE et WHITE. Zeiller [1892, p. 73, pl. XII, fig. 5-6].

Sph. tenuifolium est très proche de *Sph. angustifolium*, il s'en distingue toutefois par ses folioles plus allongées ($\frac{L}{l} = 5$); leur extrémité, généralement entière, terminée par 6 petites dents émoussées; ses nervures au nombre de 6, à l'extrémité des folioles.

Son extension géographique est assez restreinte : on ne le connaît qu'à Brive (Autunien inférieur et supérieur) et dans l'Autunien d'Autun d'où provient un échantillon fragmentaire, peu caractéristique.

2. *Sphenophyllum* à feuilles triangulaires.*Sphenophyllum costae* STERZEL.*Sphenophyllum costae* STERZEL [1904, p. 69, pl. I, fig. 1].*Sph. costae* STERZEL. Doubinger et Vetter [1953, p. 493, pl. XV, fig. 1].

La description détaillée de cette espèce a fait l'objet d'une note en collaboration avec P. Vetter [1953].

La forme générale des pinnules ressemble à celle des folioles de *Sph. verticillatum* SCHLOTH., mais les dimensions en sont bien plus considérables : $\frac{L}{l}$ est voisin de 2. Les nervures sont assez espacées. Le mode de division des nervures est très constant sur tous les échantillons examinés. Les nervures rectilignes aboutissent toutes à l'extrémité tronquée de la foliole, ce qui évite les possibilités de confusion avec la forme *minor* de *Sph. thoni* MAHR, dont les feuilles ont un contour analogue.

Sph. costae a été rencontré dans le Stéphanien supérieur de Commentry et de Decazeville et dans l'Autunien inférieur de Buçaco. Sa présence dans l'Autunien inférieur d'Igornay (*Sph. alatifolium* RENAULT cité par Roche [1880]), demande confirmation.

Sphenophyllum longifolium GERMAR.*Sphenophyllum longifolium* GERMAR [1845, II, p. 17].*Sph. longifolium* GERMAR. Zobel in Potonié [1910, Lief. VII, n° 136, fig. 1-3].

Cette espèce est caractérisée par des feuilles très allongées ($\frac{L}{l} = 3$), bifides, à lobes plus ou moins profondément et irrégulièrement fissurés et garnis de dents aiguës. Elle présente quelques ressemblances avec *Sph. majus* BRONG., mais les folioles de ce dernier sont plus laciniées et plus étalées, plus larges par rapport à leur longueur. Les nervures sont, à l'extrémité, au nombre de 14-15. *Sph. longifolium* se cantonne dans les niveaux les plus élevés du Stéphanien de certains gisements (Saint-Étienne, Blanzey).

Sphenophyllum oblongifolium GERMAR et KAULFUSS.*Sphenophyllum oblongifolium* GERMAR et KAULFUSS [1831, II, p. 224, pl. LXV, fig. 3].*Sph. oblongifolium* GERMAR et KAULFUSS. Renault [1890, p. 483, pl. L, fig. 1-5].

Cette espèce est très fréquente dans tout le Stéphanien; elle persiste encore durant l'Autunien inférieur. Les feuilles sont oblongues ($\frac{L}{l} = 2-3$), divisées en deux lobes dont les bords portent de petites dents aiguës. Chacun des lobes est parfois divisé par une petite échancrure. Il y a de 6 à 8 nervures à l'extrémité, chacune aboutissant dans une dent du limbe.

Sphenophyllum verticillatum SCHLOTHEIM *sp.**Palmacites verticillatus* SCHLOTHEIM [1820, Bd I, p. 396].*Sphenophyllum verticillatum* SCHLOTH. Zobel in Potonié [1910, Lief. VII, n° 138, fig. 1-7.]

Sph. verticillatum n'a été reconnu que dans le bassin de la Sarre où il est fréquent dans l'assise de Breitenbach et dans celle de Kusel. Ses rameaux portent à la fois des verticilles de feuilles réduites à de minces lanières et d'autres, à folioles entières, triangulaires, légèrement arrondies à l'extrémité qui est garnie de fines denticulations. Les feuilles triangulaires sont un peu plus courtes que celle de *Sph. costae* STERZEL. ($\frac{L}{l} = 1,5$ à 2,5). Les nervules issues de plusieurs dichotomies aboutissent toutes à l'extrémité tronquée des feuilles où on en compte de 20 à 22.

3. *Sphenophyllum* à feuilles ovales.*Sphenophyllum thoni* MAHR.*Sphenophyllum thonii* MAHR [1868, p. 433, pl. VIII, fig. 1-4].*Sph. thoni* MAHR. Zobel in Potonié [1910, Lief. VII, n° 135, fig. 1 et 2].

Les folioles de cette espèce peuvent atteindre des dimensions très élevées ($L = 15$ à 55 mm ; $l = 10$ à 25 mm). Leur contour est ovale, à sommet arrondi et très allongé, mais les formes de petite taille sont tronquées comme celles de *Sph. costae* STERZEL et de *Sph. verticillatum* SCHLOTH. L'extrémité est souvent frangée et les denticulations profondes et aiguës se prolongent souvent sur une partie des bords marginaux, mais les denticulations demeurent parfois dans la gangue, les feuilles paraissent alors entières.

La nervation est particulièrement caractéristique : à la base il y a deux ou quatre nervures, celles-ci se divisent par dichotomies en nombreuses nervules très arquées qui aboutissent en partie à l'extrémité, en partie sur les bords marginaux des folioles. La symétrie du réseau nervuraire n'est pas apparente comme chez les *Sphenophyllum* à feuilles triangulaires : le nombre de dichotomies, assez élevé, est variable, l'ensemble de la nervation, très serrée.

Plusieurs espèces de la flore cathaysienne (*Sph. fimbriatum*, *Sph. speciosum*, *Sph. sino-coreanum*...) appartiennent à ce groupe dont *Sph. thoni* est le seul représentant en Europe, au Stéphanien supérieur et à l'Autunien.

Famille Calamariées.

Les Calamariées comprennent des plantes dont la tige est occupée, dans sa partie centrale, par une moelle assez volumineuse. La longueur de la tige est divisée en une série d'articles et peut être munie aux articulations de gaines, de feuilles libres ou de rameaux, parfois disposés en verticilles. Quand la disposition est distique, on a deux rameaux situés au même nœud, aux deux extrémités d'un même diamètre. Les restes de plantes connus sous le nom de *Calamites* représentent ordinairement le moulage de la cavité médullaire, moulage qui est garni de côtes et de sillons longitudinaux.

Les fructifications appartenant aux différents genres de Calamariées sont loin d'être toutes connues. On a décrit des épis, *Calamostachys*, *Macrostachya*..., portant soit des microspores ou des macrospores, soit les deux réunis dans le même épi.

Le seul représentant actuel des Calamariées est le genre *Equisetum* qui reproduit assez bien, mais à des dimensions beaucoup plus réduites, les principaux traits d'organisation de ces plantes.

Genre *Calamites* SCHLOTHEIM 1820.*Calamites* SCHLOTHEIM [1820, Bd I, p. 398].*Calamites* SCHLOTHEIM. Renault [1890, p. 384].

Tiges cylindriques, articulées représentant les moulages de la cavité médullaire, portant à la surface des côtes séparées par des sillons longitudinaux alternant aux articulations. Au sommet des entre-nœuds, sur les côtes : canaux infra-nodaux ; à la base des entre-nœuds, sur les côtes : mamelons ponctiformes ; aux articulations : cicatrices foliaires ; parfois aux articulations : cicatrices raméales discoïdes, marquées de sillons rayonnants, disposées, soit de façon distique, soit en verticilles.

Calamites suckowi BRONGNIART.*Calamites suckowii* BRONGNIART [1828, t. I, p. 124].*C. suckowi* BRONG. Renault [1890, p. 385, pl. XLIII, fig. 1-3 ; XLIV, fig. 4 et 5].

Cette espèce est assez fréquente dans les dépôts du Stéphanien supérieur. Elle est caractérisée par des côtes plates et larges, de 1,5 à 2 mm, alternant d'un entre-nœud à l'autre ; les canaux infra-nodaux sont circulaires, les angles résultant de la bifurcation des côtes, arrondis ; plusieurs échantillons présentent la particularité de s'amincir en se recourbant : il s'agit là sans doute, de fragments provenant de l'endroit où les tiges s'inséraient sur le rhizome. *C. suckowi* représente vraisemblablement les moules internes de la cavité médullaire des organes souterrains ou des rhizomes de *C. cisti*.

Calamites cisti BRONGNIART.*Calamites cistii* BRONGNIART [1828, I, p. 129, pl. XX, fig. 1-5].*C. cisti* BRONG. Renault [1890, p. 385, pl. XLIII, fig. 4 ; XLIV, fig. 1 ; XLII, fig. 4].

C. cisti est aussi fréquent que *C. suckowi* dans la plupart des gisements du Stéphanien supérieur. Il s'en distingue facilement par ses canaux infra-nodaux ovales et plus allongés que chez *C. suckowi* et par la présence d'un mamelon ponctiforme de 2 en 2 côtes et de cicatrices foliaires aux nœuds.

Calamites leioderma GUTBIER.*Calamites leioderma* GUTBIER [1849, p. 8, pl. I, fig. 5].*C. leioderma* GUTB. Zeiller [1892, p. 60, pl. X, fig. 1-3].

Cette espèce, déterminée par Zeiller dans les dépôts stéphanien et autunien inférieurs de Brive, est voisine de *C. cisti* BRONG. Elle en diffère par des côtes à peine moins étroites terminées en pointe moins aiguë ; les mamelons sont moins nets et souvent même indiscernables.

Calamites gigas BRONGNIART.*Calamites gigas* BRONGNIART [1828, p. 136, pl. XXVII].*C. gigas* BRONG. Zeiller [1892, p. 62].

C. gigas se distingue de toutes les autres *Calamites* par ses dimensions considérables : les côtes plates peuvent atteindre une largeur voisine de 1 cm. Les entre-nœuds ont des dimensions très variables. On n'y voit pas de cicatrices raméales. Cette espèce est particulièrement fréquente dans les dépôts de l'Autunien supérieur. On en connaît quelques exemplaires dans le Saxonien.

Calamites cruciatus BRONGNIART.*Calamites cruciatus* BRONGNIART [1828, pl. XIX].*Calamodendrophloiois cruciatus* GRAND'EURY [1877, p. 293].*C. cruciatus* GR. EU. Renault [1890, p. 462].

Les caractères de cette espèce sont assez particuliers : elle se distingue, en effet, par ses entre-nœuds courts et équidistants, ses côtes aplaties, étroites, confluentes autour des cicatrices raméales ; des cicatrices raméales arrondies disposées en quinconces sur les articulations ; des cica-

trices plus petites et moins profondes, situées entre les cicatrices raméales et séparées par trois ou quatre côtes.

C. cruciatus est assez fréquent dans les couches du Stéphanien supérieur et persiste dans les premiers dépôts de l'Autunien.

Genre *Annularia* STERNBERG 1823.

Annularia STERNBERG [1823, I, fasc. 2, p. 31].

Annularia STERNBERG. Renault [1890, p. 397].

Rameaux feuillés portant des ramules distiques ; fixés par deux à chaque nœud et diamétralement opposés, garnis de verticilles foliaires. Feuilles lancéolées ou spatulées, pourvues d'une seule nervure, soudées entre elles à la base et étalées à plat dans le plan du rameau qui les porte.

Les *Annularia* et les *Asterophyllites* représentent le feuillage des Calamites [Bertrand, 1926]. Leurs épis, hétérospores, sont décrits sous les noms de *Calamostachys* et de *Palaeostachya*.

Annularia stellata SCHLOTHEIM *sp.*

Casuarinites stellatus SCHLOTHEIM [1820, Bd I, p. 397, pl. I, fig. 4].

Annularia stellata SCHLOTH. Renault [1890, p. 398, pl. XLV et XLVI].

Cette espèce, extrêmement répandue dans tout le Stéphanien, se trouve encore assez fréquemment dans les dépôts autuniens. Elle se caractérise par des feuilles très allongées, spatulées, rétrécies à leur base et soudées les unes aux autres pour former des verticilles de 16 à 32 feuilles. Il est probable qu'il s'agit du feuillage de *C. cruciatus* BRONG. [Bertrand, 1926].

Annularia sphenophylloides ZENKER *sp.*

Galium sphenophylloides ZENKER [1833].

Annularia sphenophylloides ZENKER. Renault [1890, p. 406, pl. XLVI, fig. 7, 8, 9].

Cette forme est à peu près aussi répandue que la précédente. Les folioles sont courtes et largement spatulées, les verticilles groupant 12 à 18 feuilles forment des rosettes très caractéristiques. Leurs dimensions sont assez variables.

Annularia spicata GUTBIER *sp.*

Asterophyllites spicata GUTBIER [1849, p. 9, pl. II, fig. 1-3].

Annularia spicata GUTBIER. Zeiller [1892, p. 68, pl. XI, fig. 2-4].

A. spicata n'apparaît qu'au Stéphanien supérieur et persiste durant tout l'Autunien. On la connaît encore dans le Permien moyen de l'assise de Wadern (Sarre).

Elle se caractérise par des feuilles petites, très étroites, et très écartées les unes des autres dans un même verticille.

Genre *Asterophyllites* BRONGNIART 1828.

Asterophyllites BRONGNIART [1828].

Asterophyllites BRONGNIART. Bertrand [1926, p. 47].

Rameaux feuillés portant des feuilles étroites, rigides, diminuant progressivement de largeur de la base au sommet, à une seule nervure médiane. Verticilles de feuilles habituellement recourbées vers le haut tout autour de la tige ; tiges les plus grosses portant des rameaux en disposition distique.

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTHEIM *sp.*

Casuarinites equisetiformis SCHLOTHEIM [1820, Bd I, p. 397, pl. I, fig. 1 et 2 ; II, fig. 3].

Asterophyllites equisetiformis SCHLOTH. Renault [1890, p. 409, pl. XLVIII, fig. 3-7].

Cette espèce est très fréquente dans toute l'étendue du Stéphanien, elle persiste durant les premiers dépôts de l'Autunien. Elle accompagne souvent *A. stellata* SCHLOTH. Les deux espèces risquent parfois d'être confondues. *A. equisetiformis* se distingue cependant par ses feuilles plus

rigides, ayant leur plus grande largeur à la base ; celles d'*A. stellata* sont toujours rétrécies près de la tige.

Les épis hétérosporées se rapportant à cette espèce ont été décrits sous le nom de *Palaeostachya*.

Asterophyllites dumasi ZEILLER.

Asterophyllites dumasi ZEILLER [1892, p. 64, pl. XI, fig. 5-8].

Le type de cette espèce, créée par Zeiller, provient de l'Autunien supérieur du bassin de Brive. J'en ai récolté moi-même quelques exemplaires dans les mêmes niveaux. Mais elle n'a pas été rencontrée dans un autre gisement du même âge.

Les rameaux sont grêles. Les ramules divisés en articles longs de 2 à 4 mm portent des feuilles linéaires, presque filiformes, dressées et légèrement falciformes, longues de 2 à 4 mm, au nombre de 6 à 8 par verticille.

Genre *Equisetites* STERNBERG 1820.

Equisetites vaujolyi ZEILLER [1892, p. 56, pl. XII, fig. 1-4].

Zeiller groupe dans cette espèce des gaines évasées, composées de feuilles longues de 5 à 6 cm pour une largeur de 3 à 6 mm, parcourues chacune par une large nervure plate. Les empreintes se rapportant à cette forme proviennent de l'Autunien de Coulandon (Allier) et du Stéphanien de Brive (Peyrignac).

De tels organes se trouvent assez rarement conservés dans les formations permo-carbonifères.

V. Coniférales.

Les premières Conifères ont été déterminées dans les formations de la base du Stéphanien. Si l'on tient les *Dicranophyllum* pour des Conifères, leur origine remonterait au Namurien. Représentées très sporadiquement durant la période stéphanienne, elles atteignent un développement considérable dans les formations de l'Autunien supérieur. Ce sont des genres connus exclusivement à l'état fossile et caractérisés par l'organisation primitive de leurs cônes. Leur position systématique isolée est encore assez mal définie.

Les récents travaux de Florin [1938-1944], basés sur l'étude des cuticules et des stomates, ont permis de différencier les divers représentants de ce groupe. Le genre *Walchia* (SCHLOTH.) a été démembré ainsi en deux genres différents : *Lebachia* et *Ernestiodendron*. Le nom de *Walchia* fut conservé pour désigner des organes feuillés stériles ne pouvant être déterminés avec précision. Le terme de *Gomphostrobus* (MARION) est réservé aux feuilles et aux écailles de cônes bifides ; celui de *Walchiostrobus* FLORIN aux cônes femelles ressemblant à ceux de *Lebachia* ; celui de *Walchianthus* FLORIN aux cônes mâles pouvant être déterminés avec précision. Les *Pollenites* sont les grains de pollen des *Walchia* ; *Walchiopremnon*, des fragments de troncs de *Walchia* et *Tylodendron* WEISS, la moelle de ces troncs.

Trois genres différents ont été récoltés dans les formations permo-carbonifères faisant l'objet de ce mémoire. Le genre *Lecrosia* FLORIN ne semble pas avoir survécu au Stéphanien moyen.

Genre *Lebachia* FLORIN 1938.

Lebachia FLORIN [1938, I, p. 23].

Lebachia FLORIN. Emberger [1944, p. 380].

Arbres de petite taille, à tronc élancé, à ramification monopodique ; rameaux primaires verticillés, rameaux d'ordre supérieur alternés ou opposés, souvent pendants ; tronc à l'état jeune et rameaux recouverts de feuilles disposées en hélice, très serrées, bifaciales, appliquées contre l'axe ou faiblement

sortees, décurrentes, légèrement trigones ou tétragones, souvent bifides, sauf celles des rameaux de dernier ordre, probablement uninervées et garnies de stomates sur les deux faces.

Une quinzaine d'espèces se rapportant à ce genre ont été déterminées par Florin dans les gisements permo-carbonifères d'Europe occidentale. Les déterminations de Conifères citées dans cette étude sont celles de Florin et je n'ai pas cru devoir les modifier.

Deux espèces sont figurées ici : *L. piniiformis* (SCHLOTH. *pars*) FLORIN (Pl. XI, fig. 2) et *L. laxifolia* FLORIN (Pl. XVI, fig. 6).

Genre *Ernestiodendron* FLORIN 1939.

Ernestiodendron FLORIN [1939, IV, p. 176].

Ernestiodendron FLORIN. Emberger [1944, p. 384].

Le genre *Ernestiodendron* FLORIN, se distingue du genre *Lebachia* par ces feuilles non décurren-tes, par la position nettement écartée de l'axe, des feuilles de ses rameaux de dernier ordre, par l'arrangement différent des spores et par ses cônes moins feuillés, ses bractées simples et ses axes ovulifères très aplatis.

Ce genre ne comprend qu'un très petit nombre d'espèces. La plus commune est *E. (Walchia) filiciforme* (SCHLOTH. *pars*) FLORIN du Stéphanien supérieur et de l'Autunien.

Genre *Ullmannia* GOEPPERT.

Ullmannia GOEPPERT. Emberger (1944, p. 385).

Le genre *Ullmannia* GOEPPERT est caractéristique du Permien supérieur (Zechstein). Il est défini par *ses feuilles serrées, ovales ou lancéolées, aiguës ou obtuses, décurrentes sur le rameau, souvent carénées, appliquées ou plus étalées, légèrement aplaties et uninervées. Les stomates forment de nombreuses lignes longitudinales parallèles sur les deux faces des feuilles. La section transversale des feuilles est nettement fusiforme.*

Ce genre, très fréquent au Permien supérieur, apparaît sporadiquement dès l'Autunien supérieur où il a été reconnu par Zeiller [1906] dans les schistes de Charmoy et par Potonié [1893] en Thuringe.

VI. Cordaïtales.

Les Cordaïtales étaient des Végétaux arborescents pouvant atteindre 30 à 40 m de hauteur, à port de Conifères, à couronne irrégulièrement ramifiée, à racines plus ou moins étalées. Les feuilles étaient fixées sur les ramifications ultimes, persistantes et insérées en ordre spiralé ; leurs dimensions sont extrêmement variables : leur longueur est comprise entre 2 cm et 1 m, leur largeur pouvait atteindre 20 cm. Elles sont, soit rubanées ou linéaires, soit spatulées ou même en aiguilles. Leur limbe était généralement coriace. Leurs nervures sont toujours parallèles, aussi les a-t-on longtemps confondues avec des feuilles de Monocotylédones : elles se divisent parfois par dichotomies mais ne sont jamais anastomosées.

Leurs organes reproducteurs, *Cordaianthus* GRAND'EURY, sont groupés en ensembles hautement différenciés. Il y a des grappes d'épillets mâles et des grappes d'épillets femelles qui ne se situent pas exactement à l'aisselle des feuilles mais sont axillaires, tantôt distiques, tantôt insérés sur une spire. L'interprétation de ces organes est variée et leur signification est encore discutée. Les épillets mâles et femelles seraient homologues de ce qu'on appelle en morphologie courante des fleurs. La fécondation, la dissémination et le développement de l'ovule fécondé étaient vraisemblablement identiques à ce qu'ils étaient chez les Ptéridospermées [Emberger, 1944].

Dans cette étude, où seules les empreintes de feuilles ont été déterminées, il semblait préférable d'adopter la nomenclature de Grand'Eury basée sur la distinction de trois unités systé-

matiques assez artificielles, correspondant à trois types de feuilles : *Eucordaites* ou *Cordaites s. s.*, *Poacordaites* et *Dorycordaites*.

Dans la plupart des cas, la détermination spécifique n'a pu être précisée.

Genre *Cordaites* GRAND'EURY 1877.

Cordaites GRAND'EURY [1877, p. 218.]

Cordaites GRAND'EURY. Renault [1890, II, p. 561].

Feuilles simples, sessiles, à base d'insertion épaisse et élargie transversalement, obovales, arrondies au sommet, longues de 20 cm à 1 m et pouvant atteindre une largeur de 15 à 20 cm. Nervures fines, égales, parallèles, plusieurs fois dichotomes ; présence entre les nervures de fausses nervures ou stries parallèles plus fines que les nervures. L'espèce la plus fréquente dans les dépôts stéphanien est C. lingulatus GRAND'EURY.

Cordaites lingulatus GRAND'EURY.

Cordaites lingulatus GRAND'EURY [1877, p. 218, pl. XX].

Cette espèce se distingue essentiellement par la forme obovale des feuilles, toujours très élargies et très obtuses au sommet. Les nervures sont nombreuses et sensiblement égales. A la partie inférieure des feuilles, les nervures sont plus fortes mais toujours égales et parallèles.

Cordaites foliolatus GRAND'EURY.

Cordaites foliolatus GRAND'EURY [1877, p. 210, pl. XXI].

C. foliolatus GR. EU. Renault [1890, II, p. 578, pl. LXX, fig. 1].

Plusieurs empreintes récoltées dans le Stéphanien supérieur de Decazeville ont pu être rapportées à cette espèce déjà signalée à Commentry et dans le Stéphanien de la Loire. Elle se distingue de l'espèce précédente par ses feuilles petites, assez épaisses, élargies dès la base, ovales et obtuses au sommet, longues de 5 à 10 cm, parcourues par des nervures fines et serrées.

Genre *Artisia* STERNBERG ?

Artisia STERNBERG. Renault [1890, p. 579].

Ce genre a été créé pour désigner des moulages de moelle attribués à des *Cordaites*. Ce sont des corps prismatiques à côtes variables et marquées de sillons transversaux. De tels moulages ont été récoltés, en grand nombre, dans les dépôts du Stéphanien supérieur de divers bassins.

Genre *Poacordaites* GRAND'EURY 1877.

Poacordaites GRAND'EURY [1877, p. 222].

Poacordaites GR. EU. Renault [1890, p. 588].

Feuilles étroites, linéaires, très longues, obtuses au sommet, parcourues par des nervures égales, simples, parallèles, à base épaisse et charnue. Sur 1 cm de largeur, elles peuvent atteindre une longueur de 40 cm.

Les *Poacordaites* sont assez nombreuses dans les formations stéphanien. Dans le Stéphanien supérieur de la Loire, elles forment par endroits de véritables empilements, ce qui avait incité P. Bertrand à considérer leur fréquence comme un trait caractéristique de cet étage. Mais de telles accumulations paraissent être des phénomènes locaux dépourvus de signification stratigraphique.

Genre *Dorycordaites* GRAND'EURY 1877.

Dorycordaites GRAND'EURY [1877, p. 214].

Dorycordaites GRAND'EURY. Renault [1890, p. 585].

Feuilles de longueur variable suivant les espèces et l'âge, toujours de forme lancéolée, très minces, parcourues par des nervures fines, égales, parallèles, très serrées.

VII. Végétaux « *incertae sedis* ».

Genre *Plagiozamites* ZEILLER 1894. (*Zamites* RENAULT *pro parte*).

Zamites RENAULT [1890, p. 613].

Plagiozamites ZEILLER [1894 b, p. 174].

Plagiozamites ZEILLER. Doubinger [1953 a, p. 49].

Frondes pinnées, semblables à celles des Zamites ; folioles ovales-lancéolées, à bords entiers ou denticulés, insérées obliquement sur le rachis sur deux rangées parallèles à l'axe du rachis.

Pour Zeiller, le genre *Plagiozamites* aurait des affinités réelles avec le genre *Zamites*, auquel Renault et Zeiller [1886] avaient attribué les espèces du bassin de Commentry. Il s'apparente par ailleurs au genre *Noeggerathia* STERNBERG qui offre le même mode d'insertion des folioles sur le rachis. *Zamites*, *Plagiozamites* et *Noeggerathia* appartiendraient à la classe des Cycadées. Ce groupe remonterait ainsi au Carbonifère et non au Trias [Doubinger, 1953 a].

Halle [1927] admet les rapports étroits qui relient le genre *Plagiozamites* au genre *Noeggerathia*, mais il les écarte tous les deux du groupe des Cycadées pour les rapprocher du genre *Tingia* HALLE, abondamment représenté dans les flores d'Extrême-Orient (flore à *Gigantopteris*) et qui présente quelques affinités avec les *Ginkgoales*.

Pour Halle, *Tingia*, *Plagiozamites* et *Noeggerathia* constitueraient une même famille, les Tingiacées, dont la position systématique reste encore à préciser. Nemejc défend une opinion voisine de celle de Halle en réunissant les trois genres dans une famille « *incertae sedis* », les *Noeggerathiales*, qui comprendraient en outre, le genre *Psymphyllum*, classé à tort dans la famille des *Ginkgoales*.

Zeiller [1894 b et 1906] avait déjà insisté sur les affinités qui relient les *Plagiozamites* au genre *Noeggerathia* et, plus récemment, Gothan [Potonié et Gothan, 1921] proposa de les inclure au genre *Noeggerathia*. Dans une révision de *Pl. acicularis* de Commentry, j'ai exposé les caractères qui relient les genres *Plagiozamites* et *Noeggerathia* au genre *Tingia* HALLE [Doubinger, 1953 a]. Ces ressemblances ne peuvent être contestées et on connaît même des formes intermédiaires entre les types extrêmes : *Tingia laciniata* KAWASAKI et *Plagiozamites oblongifolius* HALLE. Ces affinités ne concernent que la forme de l'appareil végétatif. Les épis fructifères de *Tingia*, connus sous le nom de *Tingiostachya* KON'NO, sont voisins des *Noeggerathiostrabus* décrits par Nemejc [Kon'no, 1929]. Mais on ne connaît pas encore l'appareil reproducteur des *Plagiozamites* et, en attendant cette découverte, on ne peut fixer avec certitude la place de ces curieux Végétaux dans la classification botanique.

Plagiozamites acicularis RENAULT *sp.*

Zamites acicularis RENAULT [1890, p. 616].

Plagiozamites acicularis RENAULT. Doubinger [1953 a, p. 43, fig. 1-4].

Cette espèce, caractérisée par des pinnules relativement étroites par rapport à leur longueur, n'a été récoltée que dans le Stéphanien supérieur du bassin de Commentry.

Plagiozamites carbonarius RENAULT *sp.*

Zamites carbonarius RENAULT [1890, p. 614].

Les pinnules de cette espèce se distinguent des précédentes par leur forme très élargie dans leur partie moyenne et terminée en pointe plus aiguë à l'extrémité. Elles s'insèrent sur un rachis beaucoup plus grêle que *Pl. acicularis*. *Pl. carbonarius* a été récolté dans le Stéphanien supérieur de Commentry et dans le domaine de la flore angaridienne [Zalessky, 1918-1927].

Plagiozamites planchardi RENAULT *sp.**Zamites planchardi* RENAULT [1890, p. 615].*Plagiozamites planchardi* RENAULT. Zeiller [1894 b, p. 174].*Pl. planchardi* RENAULT. Zeiller [1906, p. 193, pl. XLVII, fig. 2].

Pl. planchardi a été décrit pour la première fois par Renault [1890], sous le nom de *Zamites planchardi*, sur des empreintes assez fragmentaires du Stéphanien supérieur de Commentry. Une étude plus complète en a été effectuée par Zeiller [1894 b et 1906] sur plusieurs portions de frondes de Triembach (Autunien inférieur) et de Blanzay (Stéphanien supérieur). Les folioles sont plus longues que chez les deux espèces précédentes ; largement arrondies au sommet et non terminées en pointe aiguë. La description détaillée de cette espèce a permis à Zeiller de préciser les caractères du genre *Plagiozamites*. La présence de *Pl. planchardi* a été signalée en outre dans le Permien inférieur de Thuringe par Potonié [1893].

Genre *Pterophyllum* BRONGNIART 1828.*Pterophyllum* BRONGNIART [1828, p. 95 et 195, 1849, p. 63].*Pterophyllum* BRONGNIART. Renault [1890, p. 618].

Frondes probablement caduques, pinnées, à segments allongés, linéaires, insérés à angle droit par toute leur base sur les côtés du rachis, mais distincts entre eux et tronqués (?) au sommet. Nervures simples, égales, parallèles, aboutissant au sommet des pinnules.

La position systématique de ce genre est encore très discutée. Brongniart et Renault [1886 et 1890] l'attribuaient à la famille des Cycadées. Pour Emberger [1944], il s'agirait d'un genre compréhensif, renfermant certainement des Cycadales ainsi que des restes appartenant peut-être à d'autres groupes. Wieland, Darrah, Nathorst [1902] le rapprochent des Bennettitales. Par l'étude microscopique des cuticules et des stomates, Nathorst a relevé chez ces formes une tendance vers la xérophilie (épaississement des cuticules et approfondissement des cellules stomatiques). Les feuilles des *Pterophyllum* présentent à ce point de vue des affinités indéniables avec celles des *Dioon* actuels (Cycadales). Le genre *Nilssonina*, abondamment représenté dans les formations permienes d'Asie, est voisin du genre *Pterophyllum*. Les frondes simples des Nilssoniales dériveraient en quelque sorte des frondes de *Pterophyllum* par soudure des pinnules. Pour Arnold [1947], les *Pterophyllum* représentent le feuillage des Cycadeoïdées.

Le genre *Pterophyllum* apparaît au Stéphanien supérieur, il semble avoir atteint son développement maximum au Trias et disparaît au Crétacé inférieur.

Dans le Permo-Carbonifère d'Europe occidentale, on en connaît avec certitude trois (peut-être quatre ?) espèces. Ses représentants semblent avoir été plus nombreux dans la flore cathaysienne.

Pterophyllum fayoli RENAULT.*Pterophyllum fayoli* RENAULT [1890, p. 619, pl. LXVIII, fig. 1].

Cette espèce est caractérisée par des pinnules entières, linéaires, décurrentes sur leur bord inférieur, longues de plus de 12 cm et larges de 1 cm ; soudées entre elles sur une longueur de 1 à 2 mm.

Peut-être faudrait-il lui attribuer l'empreinte plus fragmentaire provenant du Permien de Zwickau et décrite par Geinitz [1855], sous le nom de *Pt. cotaeum*. Les pinnules de cette fronde présentent sensiblement la forme et les dimensions de celles de Commentry.

Pterophyllum grand'euryi SAPORTA et MARION.*Pterophyllum grand'euryi* SAPORTA et MARION [1885, p. 109, fig. 58 B].*Pt. primaevum* RENAULT [1890, p. 621].*Pt. grand'euryi* SAPORTA et MARION. Zeiller [1906, p. 194, pl. XLVII, fig. 1 et 1a].

Pterophyllum grand'euryi se distingue de l'espèce précédente par un rachis plus épais, des pinnules plus étroites (largeur variant de 4 à 8 mm) et une nervation plus fine et plus dense.

Pterophyllum sp.

J'attribue au genre *Pterophyllum* des fragments de feuilles éparses sur une plaque de schistes autuniens du bassin de Lodève.

Leur largeur varie de 10 à 16 mm. Elles sont parcourues par des nervures parallèles au nombre de 11 à 13 par centimètre. Les bords ne restent pas parallèles sur toute la longueur des folioles : celles-ci s'élargissent faiblement à l'une de leurs extrémités et s'arquent légèrement à l'autre. Mais on n'en voit ni la base, ni le sommet, leur longueur devait être supérieure à 8 cm. On ne remarque aucune empreinte pouvant correspondre au rachis sur lequel s'inséraient ces feuilles. La largeur des pinnules est supérieure à celle des espèces précédentes. La densité de la nervation correspond à celle de *Pt. fayoli* RENAULT.

Les échantillons sont malheureusement trop incomplets pour autoriser une détermination spécifique certaine. En raison de la rareté des représentants de ce genre dans nos régions, il m'a semblé de quelque intérêt de signaler sa présence dans l'Autunien supérieur de Lodève (l'empreinte appartient à la collection de paléontologie de la Sorbonne).

Genre *Ginkgo* KAEMPFER.

Ginkgo KAEMPFER. Renault [1888, p. 322].

Ginkgo KAEMPFER. Zeiller [1906, p. 201].

Feuilles étalées, supportées par un pédicelle grêle et allongé, flabelliformes, souvent échancrées au bord supérieur, bi- ou quadrilobées, coriaces. Nervures réparties à la base en deux masses distinctes latérales, divergeant en se dichotomisant.

Les premières Ginkgoales remontent au Permien inférieur. Elles se développent au Trias supérieur pour atteindre leur apogée au Jurassique. A l'heure actuelle, on n'en connaît plus qu'une seule espèce, *Ginkgo biloba*, qui date du Jurassique moyen. Elles sont représentées dès le Dévonien par des types voisins du genre *Ginkgo*, mais de position systématique encore incertaine. Selon Nathorst [1902], il faudrait adopter pour les formes fossiles imparfaitement connues, le nom générique de *Ginkgoites*.

Florin [1936] a reconnu 15 genres de Ginkgoales fossiles. Elles sont toutes caractérisées par leurs feuilles, dont le limbe se divise dichotomiquement comme les nervures ; l'étude microscopique des cuticules et des stomates a permis à divers auteurs (Gothan, Antews, Thomas, Oishi) de préciser les déterminations. Les formes se rattachant à cette famille sont plutôt rares dans le Permo-Houiller limnique d'Europe occidentale. Elles sont plus fréquentes dans le Permien de l'Angaride et dans les flores cathaysiennes. Emberger classe les Ginkgoales avec les Cordaitales dans les Préphanérogames (Congrès de Botanique de Stockholm).

Ginkgoites martenensis RENAULT sp.

Ginkgo martenensis RENAULT [1888, p. 322, fig. 47 C].

G. martenensis RENAULT. Zeiller [1906, p. 201, pl. XLVIII, fig. 3].

Renault a attribué au genre *Ginkgo* une feuille à contour ovale et entier, à large pétiole assez court, à nervures fines et dichotomes. Cette espèce, en provenance de l'Autunien de Martenet, près de Toulon-sur-Arroux, a été rapprochée du *G. integerrima* SCHMALH. du Permien de Russie [Zeiller, 1906]. Zeiller, qui n'a pu observer l'empreinte, malheureusement perdue, signale que la nervation est rayonnante et cycloptéroïde et ne présente pas les deux nervures basilaires qui semblent caractériser le genre *Ginkgo*. C'est avec un certain doute qu'il souscrit à la détermination générique de Renault.

Ginkgoites lodevensis nov. sp.

Pl. XVI, fig. 5 et texte-fig. 20 A.

J'ai attribué au genre *Ginkgoites* une empreinte récoltée dans les schistes autuniens de Lodève et conservée dans les collections de paléontologie de la Sorbonne.

L'échantillon comprend une tige recourbée, large de 7 mm et striée dans le sens de la longueur. De part et d'autre s'insèrent des feuilles pédicellées. Les pédicelles ont une longueur de 13 mm environ ; ils sont larges de 2,5 à 3 mm, décourants sur la tige du côté inférieur. Les raccords des pétioles avec les feuilles sont masqués : on ne peut donc affirmer si les pétioles sont distincts ou non. Les insertions foliaires sont alternes et équidistantes, séparées par des intervalles de 30 mm environ. Les feuilles sont malheureusement fragmentaires, mais leur contour semble avoir été triangulaire comme celui des formes actuelles ; le limbe bifide est parcouru par deux faisceaux de nervures divergeant à la base et se divisant par dichotomies successives en nombreuses nervures aboutissant aux extrémités arrondies du limbe. La largeur maximum des feuilles était de 55 mm, leur longueur semble avoir atteint 40 à 45 mm.

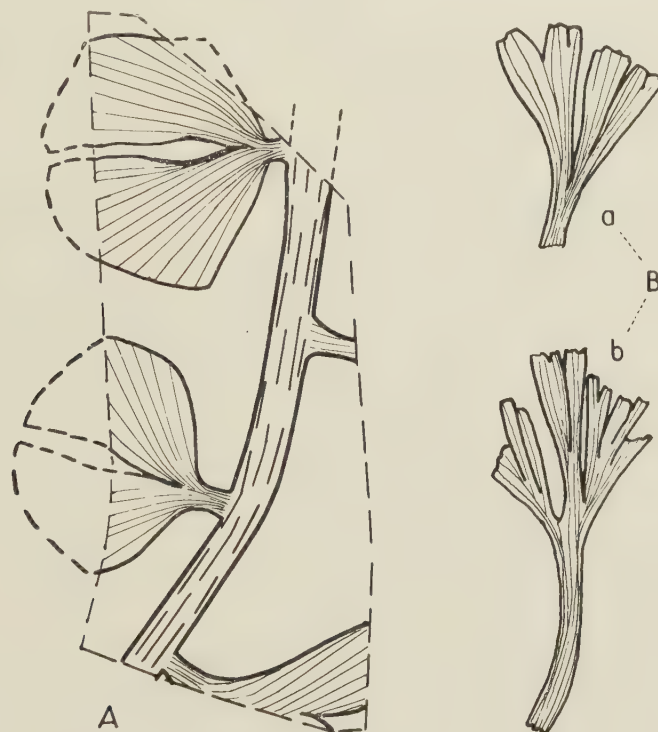


FIG. 20. — A : *Ginkgoites lodevensis* nov. sp., $\times 2/3$.
B : *Ginkgophyllum grasseti* SAPORTA (a : fragment, $\times 4/3$; b : feuille entière, $\times 2/3$).

Les feuilles ressemblent beaucoup à celles du *Ginkgo biloba* actuel. L'échancrure médiane semble cependant plus accentuée sur la forme de Lodève que sur l'espèce actuelle. De plus, chez ce dernier, les feuilles sont groupées en bouquets alors qu'elles s'insèrent de part et d'autre d'une tige en disposition alterne chez l'espèce autunienne. Elle diffère de *G. martenensis* RENAULT, par la forme bifide des feuilles, par leurs dimensions plus grandes, et par leur nervation nettement divisée en deux faisceaux.

L'ensemble de ces caractères m'ont paru suffisants pour justifier la création d'une espèce nouvelle, *G. lodevensis*, l'empreinte correspondant à cette description n'ayant été récoltée jusqu'à présent que dans l'Autunien de Lodève. Une feuille isolée, provenant du même gisement, se rattacherait également à cette espèce.

Ginkgoites sp.

Dans l'Autunien de Veuville (bassin d'Autun), P. Corsin a déterminé un *Ginkgo* sp. Je n'ai pu examiner cet échantillon. On ne peut affirmer s'il se rattache à l'espèce de Lodève, ou si, ce qui est plus vraisemblable, il est proche de la forme du gisement de Toulon-sur-Arroux.

Genre *Baiera* BRAUN 1843.*Baiera* BRAUN [1843, VI, p. 20].*Baiera* BRAUN. Renault [1888, p. 324].

Limbe coriace, divisé dès la base en segments linéaires étroits, dichotomes, parcourus par des nervures nombreuses, fines, parallèles.

Ce genre est très développé au Jurassique et au Crétacé. Ses premiers représentants apparaissent au Permien.

Baiera raymondi RENAULT.

Pl. III, fig. 3 et XVI, fig. 4.

Baiera raymondi RENAULT [1888, p. 324, fig. XLVIII].*B. raymondi* RENAULT. Zeiller [1906, p. 202, pl. XLVIII, fig. 1 et 2].

Cette espèce décrite par Renault, provient de l'Autunien supérieur de Charmoy. Plusieurs empreintes ont pu lui être rapportées.

Leurs dimensions varient de 83 à 108 mm pour la longueur, de 40 à 50 mm pour la largeur maximum. La partie inférieure, rétrécie en une sorte de pétiole, large de 4 à 5 mm, représente près de la moitié de la longueur totale. Les dichotomies sont très régulières. Une des branches est beaucoup plus développée que l'autre, alternativement à droite et à gauche. Le limbe semble avoir été épais et coriace, les extrémités des segments sont arrondis. Les nervures sont peu discernables en raison de l'épaisseur du limbe; elles paraissent être parallèles, parfois divisées.

Certains fragments recueillis dans l'Autunien de Lodève et d'Autun, se rattachent au même type.

Florin exclut des Ginkgoales les genres *Psygmyphyllum* SCHIMPER (*Ginkgophyllum* SAPORTA), *Dicranophyllum* GRAND'EURY, *Trichopitys* SAPORTA et quelques formes de moindre intérêt, dont l'organisation morphologique rappelle celle des Ginkgoales, mais dont les appareils reproducteurs sont inconnus.

Genre *Sphenobaiera* FLORIN 1936.*Sphenobaiera* FLORIN [1936].

Organes foliaires dépourvus de pétiole différencié, à contour général cunéiforme, rétrécis en une pointe triangulaire vers le bas, plus ou moins profondément divisés vers le haut, en 2 à 5 lobes disposés en deux groupes, et pouvant être à leur tour, plus ou moins profondément divisés, une ou plusieurs fois chacun. Nervation en forme d'éventail, quand elle est entièrement visible.

Sphenobaiera sp.

Pl. XVI, fig. 2.

J'ai rapporté au genre *Sphenobaiera* plusieurs empreintes provenant de l'Autunien supérieur de Lodève et présentant les caractères suivants : feuille large de 4 à 5 mm à la base qui est tronquée sur tous les échantillons, entière sur une longueur de 20 mm environ, puis divisée par deux dichotomies successives en 4 lanières très étroites qui sont malheureusement incomplètes mais qui ont été vraisemblablement subdivisées à leur tour comme l'indique la branche médiane de la fig. 2, Pl. XVI.

Genre *Ginkgophyllum* SAPORTA 1885.*Ginkgophyllum* SAPORTA. Saporita et Marion [1885, t. I].*Psygmyphyllum* SCHIMPER [1872, p. 192].

Feuilles ginkgoïdes plus ou moins larges et plus ou moins profondément divisées en lanières, plus ou moins longuement pétiolées, de contour général cunéiforme, à nervures plusieurs fois dichotomes, partant de la base du limbe, plus rarement anastomosées, sans nervures médianes et sans pétiole différencié; plantes, soit herbacées, soit arborescentes.

Les organes reproducteurs sont inconnus. Pour Arnold [1947] les *Psygmyphyllum* se rattacheraient aux Cordaïtes. C'est aussi l'opinion de P. Corsin.

Ginkgophyllum grasseti SAPORTA.

Pl. XVI, fig. 1, 3 et 6 et texte-fig. 20 B.

Ginkgophyllum grasseti SAPORTA. Saporta et Marion [1885, t. I, p. 145].

De nombreuses empreintes, récoltées dans l'Autunien de Lodève, se rapportent à cette espèce. Le plus souvent elles sont fragmentaires et peuvent être confondues avec *Baiera*. Les formes plus complètes se distinguent toutefois des espèces du genre *Baiera* par les caractères suivants : existence d'un pétiole nettement différencié (Harris) ; contour des feuilles large et semi-circulaire ; extrémités tronquées et anguleuses.

Pour Seward [1898-1919], il s'agit d'un *Psygmodiphyllum* pour lequel il serait inutile de distinguer un genre spécial, *Ginkgophyllum*, comme l'avait proposé Saporta.

Genre *Dicranophyllum* GRAND'EURY 1877.*Dicranophyllum* GRAND'EURY [1877, p. 272].

Feuilles longues, atteignant une longueur de 20 cm, très étroitement linéaires et plurifides, non pétiolées, légèrement décurrentes, densément insérées en ordre spiralé sur les tiges ; tiges portant des cicatrices longitudinales ou transversales rappelant celles des Lycopodes paléozoïques et de beaucoup de Conifères. A la base des feuilles, un seul cordon nervuraire se divisant en deux nervures parallèles.

Organes mâles sous forme de strobiles axillaires ovoïdes, comparables à ceux de *Taxus* (ZEILLER) ; on n'y connaît pas de spores. Sur certains échantillons, graines ou ovules disposés sur deux rangs opposés sur des feuilles semblables aux feuilles végétatives.

La position systématique de ce genre est encore obscure. Seward [1898-1919] le range dans les Conifères en raison de la disposition axillaire des inflorescences. Le tronc ramifié, portant deux sortes de rameaux rappelle celui des Ginkgoales.

Le genre *Dicranophyllum* apparaît au Namurien et présente son développement maximum au Carbonifère supérieur (Stéphanien) et au Permien inférieur. Il ne semble pas avoir dépassé le Permien supérieur.

Dicranophyllum gallicum GRAND'EURY.*Dicranophyllum gallicum* GRAND'EURY [1877, p. 275, pl. XXX, fig. 1 et 2].*D. gallicum* GR. EU. Renault [1890, II, p. 632, pl. LXXX, fig. 2].

Les feuilles de *D. gallicum*, linéaires et rigides, sont caractérisées par leur double bifurcation.

D. striatum GR. EU. accompagne souvent l'espèce précédente dont il se distingue par ses feuilles moins raides et moins coriaces, de longueur très variable, à dichotomies plus rapprochées.

Genre *Trichopitys* SAPORTA 1885.*Trichopitys* SAPORTA. Saporta et Marion [1885, t. I, p. 143-144].

Feuilles étroitement linéaires, à limbe en lanières, plusieurs fois dichotomes, disposées en hélice le long des rameaux, tombant apparemment sans laisser de cicatrices. Axes ramifiés situés à l'aiselle des feuilles ; chaque rameau latéral étant terminé par une graine ou un ovule.

L'appareil reproducteur de *Trichopitys* est très différent de celui de *Dicranophyllum*. Les ovules paraissent être nettement fixés sur les axes et non sur les feuilles ; leur anatomie est cependant inconnue. Par leurs ramifications, ces appareils se rapprochent de certains *Sphenophyllostachys*. La réduction de la ramification aboutirait à la disposition de la fleur femelle de *Ginkgo* (EMBERGER). Florin pense qu'il faut exclure leur attribution aux Conifères [Emberger, 1944].

Trichopitys heterophylla SAPORTA.*Trichopitys heterophylla* SAPORTA. Emberger [1944, p. 363, fig. 380].

Cette espèce est très répandue dans l'Autunien de Lodève. On y a récolté des empreintes de très grandes dimensions. C'est vraisemblablement la seule espèce du genre. On la connaît dans

la plupart des gisements de l'Autunien supérieur où elle accompagne les Conifères des genres *Lebachia* et *Ernestiodendron*.

Le fossile décrit par Renault [1896] à Autun, sous le nom de *Pinites permienensis* est un *Trichopitys*.

Genre *Titanophyllum* RENAULT 1890.

Titanophyllum RENAULT [1890, II, p. 622].

Feuilles de grande taille, à limbe coriace et très épais, insérées sur une base elliptique très élargie, de forme rectangulaire, découpées en lanières et fissurées ; bandes hypodermiques et nervures parallèles sur presque toute la longueur de la feuille, puis incurvées pour aboutir à la surface d'insertion.

Titanophyllum grand'euryi RENAULT.

Titanophyllum grand'euryi RENAULT [1890, p. 623, pl. LXIX, fig. 1-14].

Cette espèce est représentée à Commeny par un grand nombre de feuilles isolées. Dans les autres gisements de même âge, je n'ai rencontré aucune empreinte pouvant lui être rapportée.

Pour Renault [1890], le genre *Titanophyllum* se rapporterait aux Cycadées. A l'heure actuelle, on l'attribue aux Cordaitacées [Emberger, 1944].

Genre *Dolerophyllum* SAPORTA et MARION 1885.

Doleropteris GRAND'EURY [1877, p. 195].

Dolerophyllum SAPORTA et MARION [1885, t. I, p. 70].

Dolerophyllum SAPORTA et MARION. Renault [1890, p. 556].

Feuilles circulaires, entières ou lobées, à nervation très nette, de dimensions considérables, sessiles, quelquefois fissurées, à limbe épais et charnu.

Nervures accompagnées de nombreux filaments sinueux noirs et brillants, produits par des canaux gommeux dont le contenu a été houillifié.

Dolerophyllum pseudo-peltatum GRAND'EURY.

Pl. XVI, fig. 7.

Doleropteris pseudo-peltata GRAND'EURY [1877, p. 195, pl. XVI C, E].

Dolerophyllum pseudo-peltatum GR. EU. Renault. [1890, p. 556, pl. LVII, fig. 8, 9 ; LXVIII, fig. 1 a].

Le développement marginal des feuilles de cette espèce est tel que les bords superposés leur donnent un aspect discoïde, l'insertion semble alors se trouver vers le centre de la feuille.

Les organes reproducteurs de ces Végétaux ont été l'objet d'interprétations diverses. Les organes mâles ou *Dolerotheca* HALLE ont été attribués à une Ptéridospormée. Les feuilles ont été prises d'abord pour un fossile de Monocotylédone, puis pour un *Noeggerathia*, ou considérées par Saporta et Marion [1885] comme un précurseur des Angiospermes.

Les *Dolerotheca* ont la forme de disques épais, probablement charnus, renfermant des sacs sporifères étroits, disposés verticalement les uns à côté des autres.

Pour Renault, les graines appelées *Aetheotesta elliptica* représenteraient l'appareil femelle du genre.

La structure anatomique de leur tige est celle des Médullosacées. Florin pense qu'il s'agit d'une Cordaitale.

CHAPITRE II

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ESPÈCES VÉGÉTALES

Il ressort de l'étude qui précède que la répartition géographique des Végétaux était loin d'être uniforme en Europe à la fin du Carbonifère et au début du Permien. Quand on examine l'extension géographique des espèces à l'intérieur d'un même étage stratigraphique, on a l'impression qu'elles sont groupées d'une manière plutôt fortuite.

A côté des formes *banales et cosmopolites*, véritables mauvaises herbes du Houiller, certains individus présentent un caractère *local* très marqué, et ne semblent pas avoir franchi les limites souvent restreintes d'un seul bassin. Il faut éviter de confondre les formes « *ubiquistes* » avec les espèces dites « *banales et vagabondes* » [Bertrand, 1929 b] qui ont une très grande extension verticale et ont persisté, sans se modifier, à travers plusieurs assises stratigraphiques. Un certain nombre d'entre elles jouissent cependant de la propriété d'être *cosmopolites*.

D'autres espèces présentent la particularité d'avoir peuplé des régions parfois très éloignées les unes des autres, alors qu'elles ne coexistent que très rarement dans des gisements voisins. Gothan [1935 b] avait déjà attiré l'attention des paléobotanistes sur l'existence de ces *espèces endémiques* qui foisonnent dans certains bassins et manquent dans les autres ou y sont extrêmement rares.

Enfin, à l'intérieur d'un même bassin, on observe d'importantes variations dans la composition de la flore. D'un point à un autre, dans un même niveau stratigraphique, certains végétaux semblent avoir occupé des aires privilégiées. De plus, comme l'avait très justement signalé Grand'Eury [1877], certaines formes sont toujours associées alors que d'autres ne coexistent jamais dans les mêmes formations.

Il importe d'illustrer ces constatations trop générales par des exemples précis avant de tenter de préciser les causes qui se trouvent à l'origine de ces répartitions apparemment capricieuses. Pour chaque niveau stratigraphique, on examinera la répartition géographique des formes les plus intéressantes à l'intérieur de différents gisements étudiés et à une échelle plus vaste.

Il convient tout d'abord, de souligner le caractère un peu arbitraire de ces observations, elles sont en effet susceptibles d'être modifiées par de nouvelles découvertes et ne peuvent avoir qu'une valeur de statistique. On ne saurait manquer de rappeler à ce sujet les judicieuses remarques de Grand'Eury [1877] : « je continue à découvrir de nouvelles espèces dans les carrières que je visite depuis longtemps et je ne parviens pas à retrouver quelques-unes de celles que j'y ai remarquées antérieurement ». Beaucoup d'erreurs sont dues à des généralisations hâtives à partir d'observations insuffisantes, et on n'est jamais trop prudent dans l'interprétation des caractères négatifs d'une flore. Les récoltes systématiques d'échantillons effectuées depuis une dizaine d'années dans le bassin de Decazeville ont montré, à différentes reprises, que les caractères de la flore tendent à s'uniformiser, à mesure que la documentation paléontologique s'accroît. « Pour arriver à la connaissance des traits principaux d'une flore, il importe en effet », notait Grand'Eury [1877], « de les rechercher, non seulement dans un seul massif de roches variées, mais à différents niveaux et à plusieurs endroits ». En ce qui concerne les espèces « endémiques », il faut également formuler quelques réserves. Il semblerait que les espèces et même les genres nouveaux ont été multipliés

parfois à tort et d'une façon trop hâtive. Des comparaisons effectuées récemment sur des pièces de collection ont permis de constater que certaines différences de caractères sont insuffisantes à distinguer des espèces et justifieraient tout au plus la création de *variétés régionales* [Doubinger, 1952]. De sérieuses révisions pourraient être entreprises dans ce domaine et présenteraient un intérêt considérable.

1. Distribution géographique des espèces végétales à l'intérieur des différents bassins.

J'étudierai successivement les bassins de Decazeville, de Brive et de Saint-Étienne pour le Stéphaniens supérieur ; de Brive et d'Autun pour l'Autunien inférieur. Dans tous ces gisements, les points fossilifères sont très nombreux et se répartissent sur une surface assez étendue.

I. STÉPHANIEN SUPÉRIEUR. — 1. BASSIN DE DECAZEVILLE. Le tableau VII indique les variations de la flore d'une région à une autre du bassin. Une trentaine d'espèces constituent un fond commun aux deux régions : sommet des Découvertes, au centre du bassin, et série du Mazel, au SE. A côté des formes banales, les deux ensembles de dépôts renferment de nombreux *Pecopteris*, des *Odontopteris* variés, des *Sphenopteris*... qui caractérisent la flore du Stéphaniens supérieur. Chaque groupement présente toutefois des traits originaux.

La flore du Mazel possède en propre les espèces suivantes :

<i>Pecopteris densifolia</i> GOEPP.	<i>Neuropteris pseudo-blissi</i> POT.
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	<i>N. planchardi</i> ZEILL.
<i>P. daubreei</i> ZEILL.	<i>N. zeilleri</i> DE LIMA
<i>P. elaverica</i> ZEILL.	<i>Sphenopteris fossorum</i> ZEILL.
<i>P. integra</i> ANDR.	<i>Sph. thoni</i> MAHR
<i>Pecopteridium magnum</i> nov. sp.	<i>Emplectopteris ruthenensis</i> DOUB.
<i>Neuropteris gallica</i> ZEILL.	<i>Taeniopteris multinervis</i> WEISS.

La flore du Stéphaniens supérieur des Découvertes comprend en particulier :

<i>Pecopteris cyathea</i> SCHLOTH. var. <i>major</i> nov. var.	<i>Odontopteris obtusa</i> BRONG.
<i>P. truncata</i> ROST	<i>O. dufrenoyi</i> BRONG.
<i>P. platoni</i> GR. EU.	<i>O. bourranensis</i> DOUB. et VETT.
<i>Odontopteris subcrenulata</i> ROST var. <i>elongata</i> DOUB.	<i>Linopteris germari</i> GIEB.
et VETT.	<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.

On peut en déduire les remarques suivantes :

— Dans la région du Mazel, les *Neuropteris* sont plus variés que les *Odontopteris* ; on note, de plus, la présence de *T. multinervis* WEISS et de *Sphenophyllum thoni* MAHR.

— Les *Odontopteris* dominent, par contre, dans les Découvertes. Le développement des formes à feuillage opulent est particulièrement remarquable. On y a récolté, en outre, *Linopteris germari* GIEB. et *Sphenophyllum angustifolium* GERMAR.

On peut admettre que ces différences résultent en partie d'une sorte de triage par les eaux courantes des débris végétaux entraînés au hasard et en grand désordre. Mais un tel argument paraît insuffisant. Il est permis de penser que les restes végétaux recueillis dans ces deux régions proviennent de deux massifs distincts, peuplés par des ensembles végétaux présentant entre eux quelques différences. Les écarts entre les associations végétales originelles pouvaient être liés à des variations de la composition des sols. Une telle hypothèse est vérifiable, en partie, par l'étude pétrographique et minéralogique des roches de ces deux régions.

ESPÈCES VÉGÉTALES REPRÉSENTÉES	BASSIN DE DECAZE- VILLE		BASSIN DE BRIVE				
	Mazel et Sauguières	Découvertes	Terrasson		Chabrignac	La Chapelle- aux-Brots	
			Cublac, Le Lardin, Puits Sautet	Peyrignac			
<i>Pecopteris bredovi</i> GERM.....				+	+		
<i>P. candollei</i> BRONG.	+	+	+	+	+		
<i>P. clintoni</i> LESQ.	+						
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH.	+	+	+	+	+		
<i>P. cyathea</i> SCHLOTH. var. <i>ma-</i> <i>jor nov. var.</i>		+					
<i>P. daubreei</i> ZEILL.	+		+	+	+		
<i>P. densifolia</i> GOEPP.	+						
<i>P. elaverica</i> ZEILL.	+						
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH. .	+	+	+	+			
<i>P. hemitelioides</i> BRONG.	+	+	+	+	+		
<i>P. integra</i> ANDR.	+						
<i>P. monyi</i> ZEILL.....		+	+		+		
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.	+						
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORS.		+	+				
<i>P. platoni</i> GR. EU.....		+	+	+	+		
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG. .	+	+	+	+	+		
<i>P. polymorpha</i> BRONG.	+	+	+	+	+		
<i>P. pseudo-bucklandi</i> ANDR. .	+	+	+	+			
<i>P. tenuinervosa</i> CORS.	+	+					
<i>P. truncata</i> ROST.	+			+			
<i>P. unita</i> BRONG.....	+	+	+				
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG. .	+	+	+	+			
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB. .	+	+	+				
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.	+	+	+				
<i>Pecopteridium costei</i> ZEILL..	+	+					
<i>P. magnum nov. sp.</i>	+						
<i>Odontopteris bourranensis</i> DOUB. et VETT.....		+	?				
<i>O. brardi</i> BRONG.	+	+	+	+	+		
<i>O. dufrenoyi</i> BRONG.		+					
<i>O. gemina</i> GR. EU.	+	+					
<i>O. minor</i> BRONG.	+	+	+				
<i>O. minor-zeilleri</i> POT.....	+	+					
<i>O. obtusa</i> BRONG.	+	+	+				
<i>O. subcrenulata</i> ROST.	+	+	+	+			
<i>O. subcrenulata var. elongata</i> DOUB. et VETT.		+					
<i>Neuropteris cordata</i> BRONG. .	+	+	+				
<i>N. crenulata</i> BRONG.	+	+					

ESPÈCES VÉGÉTALES REPRÉSENTÉES	BASSIN DE DECAZE- VILLE		BASSIN DE BRIVE				
	Mazel et Sauguières	Découvertes	Terrasson		Chabrignac	La Chapelle- aux-Brots	
			Cublac, Le Lardin, Puits Sautet	Peyrignac			
<i>N. (?) delasi</i> ZEILL.				+			
<i>N. gallica</i> ZEILL.	+						
<i>N. planchardi</i> ZEILL.	+						
<i>N. pseudo-blissi</i> POT.	+						
<i>N. zeilleri</i> DE LIMA	+						
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB..	+	+	+	+	+		
<i>L. germari</i> GIEB.		+		+	+		
<i>Dicksonites beyrichi</i>				+	+		
<i>D. pluckeneti</i> SCHLOTH.....	+	+	+	+	+		
<i>Pseudomariopteris busqueti</i> ZEILL.	+	+					
<i>Ps. paleau</i> ZEILL.				+			
<i>Ps. ribeyroni</i> ZEILL.	+	+	+				
<i>Ovopteris pectopteroides</i> LAN- DESKR.	+	+	+	+	+		
<i>Sphenopteris casteli</i> ZEILL. .	+	+					
<i>Sph. fossorum</i> ZEILL.....	+						
<i>Sph. matheti</i> ZEILL.	+	+	+	+	+		
<i>Rhacopteris courtini</i> ZEILL..	?						
<i>Zygopteris pinnata</i> GR. EU. .	+	+	+	+			
<i>Taeniopteris jejuna</i> GR. EU. .	+	+	+				
<i>T. multinervis</i> WEISS	+						
<i>Emplectopteris ruthenensis</i> DOUB.	+						
<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.		+	+				
<i>Sph. costae</i> STERZ.	?						
<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.	+	+	+	+	+		
<i>Sph. thoni</i> MAHR	+				+		
<i>Annularia sphenophylloides</i> ZENK.	+	+	+	+	+		
<i>A. spicata</i> Gutb.....	+		+		+		
<i>A. stellata</i> SCHLOTH.		+	+	+			
<i>Equisetites vaujolyi</i> ZEILL... <i>Lebachia piniformis</i> FLOR. (SCHLOTH. pars)		?	+	+			
<i>L. speciosa</i> FLOR.			+				
<i>Ernestiodendron filiciforme</i> FLOR. (SCHLOTH. pars) ...			+				
<i>Gomphostrobus bifidus</i> GEIN.			+				

TABLEAU VII.

2. BASSIN DE BRIVE. Les dépôts houillers du bassin de Brive forment une série de lambeaux discontinus qui jalonnent la périphérie de la cuvette permienne. Ils représentent vraisemblablement les restes de plusieurs petits bassins indépendants : bassin de Terrasson au SW de Brive ; bassin de Chabrignac au N ; bassin de la Chapelle-aux-Brots au SE. Le tableau VII permet de comparer les flores de ces trois régions. A l'intérieur du bassin de Terrasson, j'ai distingué, en outre, la flore du Houiller productif de Cublac et du Lardin de celle des argilithes de Peyrignac. Une quinzaine d'espèces sont communes à tous ces gisements. La flore de Terrasson ne diffère de celle

de Chabrignac que par quelques détails insignifiants. Celle de la Chapelle-aux-Brots offre, par contre, des traits originaux assez accusés. A l'intérieur du bassin de Terrasson, qui est assez étendu, on a pu distinguer deux associations végétales différentes.

a) A Cublac et au Lardin :

Pecopteris hemitelioides BRONG.
P. daubreei ZEILL.
P. monyi ZEILL.
P. pinnatifida-waltoni (ZEILL.) COR.
P. unita BRONG.
Alethopteris grandini BRONG.
Callipteridium gigas GUTB.
C. pteridium SCHLOTH.
Odontopteris minor BRONG.
O. brardi BRONG.
O. obtusa BRONG.
O. cf. bourranensis DOUB. et VETT.

Neuropteris cordata BRONG.
Pseudomariopteris (D.) *ribeyroni* ZEILL.
Ovopteris pectopteroides LANDESKR.
Sphenopteris matheti ZEILL.
Zygopteris pinnata GR. EU.
Taeniopteris jejuna GR. EU.
Sphenophyllum angustifolium GERM.
Annularia sphenophylloides ZENK.
Lebachia speciosa FLOR.
Ernestiodendron filiciforme (SCHLOT. pars) FLOR.
Gomphostrobus bifidus GEIN.

b) à Peyrignac :

Pecopteris pseudo-bucklandi ANDR.
P. bredovi GERM.
P. truncata ROST
Neuropteris delasi ZEILL.

Pseudomariopteris (D.) *paleau* ZEILL.
Dicksonites beyrichi WEISS
Equisetites vaujolyi ZEILL.

La flore de Cublac et du Lardin se caractérise donc par la fréquence et la diversité des *Odontopteris*, la présence de *Sph. angustifolium* GERMAR et une certaine diversité des *Conifères*.

A Peyrignac, on note la présence de *Dicksonites beyrichi* et de *Pecopteris bredovi*, espèces assez communes dans le Permo-Houiller sarrois et plutôt rares dans le Massif Central, ainsi que la rareté des *Odontopteris* et l'absence de *Conifères*.

La flore de Chabrignac est à peu près identique à celle de Terrasson. Elle se distingue de celle de la Chapelle-aux-Brots, par l'association suivante :

Pecopteris platoni GR. EU.
P. pinnatifida-waltoni (ZEILL.) COR.
P. unita BRONG.
P. integra ANDR.
P. pseudo-bucklandi ANDR.
P. truncata ROST
Alethopteris grandini BRONG.
Callipteridium gigas GUTB.
Odontopteris minor BRONG.
O. obtusa BRONG.
O. sucrenolata ROST
O. cf. bourranensis DOUB. et VETT.
Neuropteris cordata BRONG.
N. delasi ZEILL.
Dicksonites pluckeneti SCHLOTH.

Dicksonites beyrichi WEISS
Pseudomariopteris (D.) *paleau* ZEILL.
Ps. (D.) ribeyroni ZEILL.
Ovopteris pectopteroides LANDESKR.
Zygopteris pinnata GR. EU.
Taeniopteris jejuna GR. EU.
Sphenophyllum angustifolium GERM.
Annularia spicata GUTB.
A. sphenophylloides ZENK.
Equisetites vaujolyi ZEILL.
Lebachia piniformis (SCHLOTH. pars) FLOR.
L. speciosa FLOR.
L. hypnoides GOEPP.
Ernestiodendron filiciforme (SCHLOTH. pars) FLOR.
Gomphostrobus bifidus GEIN.

Il faut y souligner plus particulièrement la fréquence et la diversité des *Odontopteris*, formes à petites pinnules et formes à feuillage opulent, la présence de *Sph. angustifolium* et la diversité des *Conifères*.

A la Chapelle-aux-Brots, la flore se caractérise par la fréquence des *Pecopteris*, la rareté des *Odontopteris* et l'absence des *Conifères*, la présence de *Sph. thoni* MAHR et l'absence de *Sph. angustifolium* GERM.

De même qu'à Decazeville, *Sph. angustifolium* et *Sph. thoni* ne sont jamais associés dans un même gisement. De plus, *Sph. angustifolium* se trouve au sein d'une flore où dominent les *Odonopteris*.

3. BASSIN DE LA LOIRE. Grand'Eury [1877] avait déjà souligné les « différences constantes » que présente la flore, dans sa répartition horizontale, « d'une région à une autre du bassin si irrégulier de Saint-Étienne »... Il y aurait, en effet, plus de Cordaïtées et moins de Calamariées à l'E qu'à l'W, ce qui, d'après l'auteur, « concorderait avec des roches plus micacées sur le premier côté que sur l'autre ».

J. de Maistre [1951] a enregistré des observations analogues, mais plus précises, dans l'étage ambigu autuno-stéphanien (faisceau des Combes). Cette zone, pauvre en fossiles, n'a livré qu'un très petit nombre d'espèces. Mais les associations végétales y varient cependant, d'une façon sensible, d'un point à un autre, de la même formation.

a) Au S et à l'E du bassin, les formes dominantes sont :

Pecopteris polymorpha BRONG.
P. plumosa-dentata BRONG.
P. platoni GR. EU.
P. monyi ZEILL.

Pecopteris cyathea SCHLOTH.
P. hemitelioides BRONG.
Odontopteris schlotheimi BRONG.

b) Dans la région occidentale, par contre, on a relevé l'association suivante :

Odontopteris minor BRONG.
Diplotmema busqueti ZEILL.

Callipteridium pteridium SCHLOTH.
Sph. sterzeli ZEILL. (*D. pluckeneti* SCHLOTH.)

Les modifications de la végétation correspondent à des variations du faciès des dépôts qui les renferment : roches micacées au S et à l'E, dépôts feldspathiques à l'W. L'origine de ces matériaux semble bien établie : micaschistes du Pilat et de la Riverie, à l'E, granite des bords de la Loire, à l'W. Il est vraisemblable que les deux massifs étaient peuplés par des groupements végétaux différents.

II. AUTUNIEN INFÉRIEUR. — BASSIN D'AUTUN ET D'ÉPINAC. La flore de l'Autunien inférieur d'Autun (Stéphanien D) présente des variations notables d'une région à une autre du bassin. Pendant longtemps, on avait attribué les diverses associations végétales à des niveaux stratigraphiques différents. Dans la première partie de cette étude, la comparaison des listes de fossiles végétaux a permis de confirmer l'hypothèse de P. Pruvost, en assimilant les diverses formations à des faciès d'un même étage stratigraphique. Le tableau III permet de dégager les associations végétales caractéristiques de chaque formation.

a) La flore des poudingues du Mont-Pelé (qui ne renferme pas de *C. conferta* STERNB.) est caractérisée par l'ensemble suivant :

Neuropteris raymondi ZEILL.
N. cordata BRONG.
Dicksonites leptophylla BUNB.
D. pluckeneti SCHLOTH.

Sphenopteris matheti ZEILL.
Annularia stellata SCHLOTH.
Dicranophyllum gallicum GR. EU.
Dolerophyllum pseudo-peltatum GR. EU.

b) Le faisceau de Grand Molloy (à cf. *C. conferta* STERNB.) et l'assise d'Igonay se caractérisent par :

Callipteris conferta STERNB.
Callipteridium gigas GUTB.
C. rochei ZEILL.
Odontopteris subcrenulata ROST

Odontopteris dufrenoyi BRONG.
Linopteris germari GIEB.
Taeniopteris multinervis WEISS
T. jejuna GR. EU.

Lesleya delafondi ZEILL.*Sphenophyllum angustifolium* GERM.*Mixoneura neuropteroides* GOEPP.*Lebachia goeppertiana* FLOR.*L. frondosa* var. *zeilleri* FLOR.

A côté de *C. conferta* et de quelques espèces particulières, on note dans cet ensemble la présence de *Sph. angustifolium* GERM. associé à des *Odontopteris* à feuillage opulent (*O. subcrenulata* ROST et *O. dujrenoyi* BRONG.) et à *L. germari* GIEB. La constance de cette association est remarquable puisqu'elle a déjà été soulignée dans le Stéphanien supérieur de Decazeville (Découvertes) et de Brive (Terrasson).

III. AUTUNNIEN SUPÉRIEUR. — Les empreintes végétales récoltées dans les dépôts appartenant à l'Autunien supérieur, proviennent généralement d'un petit nombre de gisements fossilifères. Il n'a donc pas été possible de suivre les variations de leur répartition horizontale, à l'intérieur d'un même bassin.

* *

L'étude de la répartition géographique des différentes espèces végétales à l'intérieur d'un même bassin a mis en évidence l'existence d'associations végétales semblables à celles que révèle la phytosociologie actuelle [Adriani, 1945]. Une difficulté inévitable résulte du transport qui a précédé le dépôt des Végétaux dans la lagune houillère. Ce transport, même s'il a été très réduit, a nécessairement entraîné un certain mélange des débris végétaux. Il faut donc enregistrer un certain nombre d'observations semblables avant de conclure qu'on a affaire à une « association ». On a noté, en particulier, la constance de l'association de *Sph. angustifolium* avec des Conifères appartenant aux genres *Lebachia* et *Ernestiodendron*, et celle de *Sph. thoni* avec *Pecopteris pseudobucklandi*, *Dicksonites beyrichi* et *P. bredovi*. Par contre, *Sph. angustifolium* et *Sph. thoni* ne semblent jamais être associés et se présentent donc comme de véritables « espèces caractéristiques » d'une association, définie chacune par une amplitude écologique assez étroite. De telles espèces sont donc particulièrement aptes à indiquer les rapports entre les associations végétales et leur milieu. Les variations de la composition de la flore en fonction du milieu se traduisent d'ailleurs, partiellement du moins, par les variations de faciès qu'ils accompagnent (par ex. : présence ou absence de *Callipteris conferta* dans un même niveau stratigraphique).

Les principaux facteurs variables constituant le milieu biologique de la végétation sont d'une part, les *facteurs climatiques* : *température et humidité*, d'autre part, la *nature du sol*.

Dans le cas des associations végétales différentes dans un même bassin, les facteurs climatiques n'ont vraisemblablement joué qu'un rôle secondaire. Les bassins avaient généralement des superficies assez réduites, et les variations de température et d'humidité ne pouvaient pas atteindre de grands écarts. Mais il est probable que les massifs entourant la lagune étaient constitués par des roches différentes. Les groupements végétaux peuplant ces massifs pouvaient donc varier en fonction de la nature des sols. Les observations de J. de Maistre, dans le Stéphanien du bassin de la Loire illustrent d'une manière assez évidente de telles hypothèses.

* *

2. Répartition géographique des espèces végétales dans l'ensemble des gisements permocarbonifères d'Europe occidentale.

Il importe de classer les espèces présentant une répartition géographique particulière : *formes locales, régionales et endémiques*. Les plantes banales et cosmopolites ne présentent aucun intérêt à ce point de vue.

a) **FORMES LOCALES.** — Il s'agit d'espèces qui ont été récoltées dans un seul bassin. Elles ne présentent aucun intérêt stratigraphique. On ne peut affirmer avec certitude qu'elles sont propres à un bassin, car elles peuvent se montrer ailleurs au cours de quelques recherches. Parfois elles ne sont que des variétés locales d'une espèce beaucoup plus répandue.

- Alethopteris minuta* ZEILL., Autunien sup., Blanz (schistes de Charmoy).
Pecopteridium magnum nov. sp., Stéphanien sup., Decazeville (couches du Mazel).
Callipteridium rotundifolium BERTRAND, Stéphanien sup., Saint-Étienne.
Callipteris bergeroni ZEILL., Autunien sup., Lodève.
C. bibractensis ZEILL., Autunien sup., Autun (schistes bitumineux de Millery).
C. lodevensis BRONG., Autunien sup., Lodève.
Neuropteris delasi ZEILL., Stéphanien sup., Brive (argilithes de Peyrignac).
N. raymondi ZEILL., étage ambigu autuno-stéphanien (Stéphanien D), Autun (mont Pelé).
N. horrida ZEILL., Stéphanien sup., Commentry.
N. dispar ZEILL., Stéphanien sup., Commentry.
Sphenopteris fayoli ZEILL., Stéphanien sup., Commentry.
Sph. lenis ZEILL., Stéphanien sup., Commentry.
Sph. picandeti ZEILL., Stéphanien sup., Commentry.
Emplectopteris ruthenensis DOUB., Stéphanien sup., Decazeville (couches du Mazel).
Plagiozamites acicularis RENAULT, Stéphanien sup., Commentry (banc des Roseaux).
Pterophyllum fayoli ZEILL., Stéphanien sup., Commentry.
Pt. grand'euryi ZEILL. et RENAULT, Stéphanien sup., Blanz.
Ginkgoites lodevensis nov. sp., Autunien sup., Lodève.
Ginkgophyllum grasseti SAPORTA, Autunien sup., Lodève.
Lesleya ensis ZEILL. et RENAULT, Stéphanien sup., Commentry.
Selaginellites suissei ZEILL., Stéphanien sup., Blanz.
Equisetites vaujolyi ZEILL., Stéphanien sup., Brive (argilithes de Peyrignac).
Lebachia (W.) *bertrandi* FLORIN, Autunien sup., Lodève.
L. (W.) *gallica* FLORIN, Autunien sup., Lodève.
Asterophyllites dumasi ZEILL., Autunien sup., Brive (Gourdu-du-Diable).

b) **FORMES RÉGIONALES.** — Dans le groupe des espèces régionales, j'ai réuni les formes récoltées dans un ensemble de gisements situés dans le Massif Central.

- Pecopteris boutonneti* ZEILL., Stéphanien sup., Blanz et Commentry.
P. elaverica ZEILL., Stéphanien sup., Decazeville, Blanz, Decize, Commentry, Saint-Étienne ; étage autuno-stéphanien (Stéphanien D), Saint-Étienne.
Neuropteris gallica ZEILL., Stéphanien sup., Blanz, Commentry, Decazeville.
Odontopteris bourranensis DOUB. et VETTER, Stéphanien sup., Brive et Decazeville (Découvertes).
O. duponti ZEILL., Stéphanien sup., Commentry ; Autunien sup., Autun.
Sphenopteris decorpsi ZEILL., Stéphanien sup., Commentry et Saint-Étienne.
Sph. fossorum ZEILL., Stéphanien sup., Commentry et Decazeville.
Pseudomariopteris (D), *paleau* ZEILL., Stéphanien sup., Brive et Commentry.
Lesleya delafondi ZEILL., Autunien inf. à *C. conferta* (Stéphanien D), Autun (assise d'Igornay ; Autunien moyen, Blanz (sondages de Sanvignes).
Rhacopteris courtini ZEILL., Stéphanien sup., Brive, Commentry, Decazeville.
Callipteris pellati ZEILL., Autunien sup., Autun et Lodève.
C. diabolica ZEILL., Autunien sup., Brive et Lodève.
C. curretiensis ZEILL., Autunien sup., Brive, Planioles.
C. moureti ZEILL., Autunien sup., Brive et Lodève.
C. strigosa ZEILL., Autunien sup., Brive, Lodève, Combélade.
Lebachia frondosa RENAULT, Stéphanien sup., Blanz ; Autunien inf. à *C. conferta* (Stéphanien D), Autun ; Autunien sup., Autun.
L. (W.) *schneideri* ZEILL., Autunien inf. à *C. conferta* (Stéphanien D), Bert ; Autunien sup., Blanz (schistes de Charmoy).
Ginkgoites martenensis RENAULT, Autunien moyen, Autun ; Autunien sup., Blanz (étang du Martenet).
Baiera raymondi ZEILL., Autunien sup., Blanz, Autun, Lodève.

c) *FORMES ENDÉMIQUES*. — Ce sont des Végétaux dont la répartition géographique n'est pas uniforme. On les connaît dans des gisements, souvent très éloignés les uns des autres, alors qu'ils n'ont jamais été récoltés dans les bassins intermédiaires, souvent très proches les uns des autres.

- Pecopteris bredovi* GERMAR. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Brive). — Étage autuno-stéphanien (Stéph. D) : SARRE (a. de Breitenbach). — Autuno-Stéphanien : SAXE (Wettin et Löbejun, d'après Germar).
- P. cf. grandifolia* FONTAINE et WHITE. Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Blanzy, Charmoy). — Permien : U. S. A. (d'après Fontaine et White).
- P. daubreei* ZEILLER. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Decazeville, Brive, Blanzy, Commentry). — Étage autuno-stéphanien (Stéph. D) : MASSIF CENTRAL (Saint-Étienne). — Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph. D) : VOSGES (c. de Triembach). — Inconnu en SARRE et dans les bassins de l'EUROPE CENTRALE.
- P. wongi* HALLE. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Saint-Étienne, d'après P. Corsin). — Autunien et Permien moyen : CHINE (Shansi, d'après Halle).
- Callipteridium rochei* ZEILLER. Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph. D) : MASSIF CENTRAL (Autun, a. d'Igornay) ; VOSGES (c. de Triembach). — Autunien moyen : MASSIF CENTRAL (Autun, Dracy-Saint-Loup). — Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Lodève).
- C. conferta* STERNBERG. Autunien inf., moyen et sup. : SARRE ; VOSGES ; ensemble des bassins du MASSIF CENTRAL ; PORTUGAL ; TOSCANE. — Inconnu en SAXE, SILÉSIE et HARTZ.
- C. subauriculata* WEISS. Autunien sup. : SARRE (a. de Lebach) ; MASSIF CENTRAL (Autun).
- C. lyratifolia* GOEPPERT. Autunien moyen : SARRE (a. de Kusel). — Autunien sup. : ensemble des bassins du MASSIF CENTRAL ; SARRE (a. de Lebach).
- C. jutieri* ZEILLER. Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Autun, Decize, Lodève, Combelade) VOSGES (c. sup., de Triembach).
- C. polymorpha* STERZEL. Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Combelade). — Permien moyen : SAXE (d'après Gothan).
- C. raymondi* ZEILLER. Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Blanzy) ; SARRE (a. de Lebach).
- C. nicklesi* ZEILLER. Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Decize, Lodève, Planioles, Neffiez) ; SARRE (a. de Lebach) ; MORAVIE (d'après Nemejc).
- C. flabellifera* WEISS. Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Lodève, Blanzy) ; VOSGES (c. de Triembach) ; SARRE (a. de Lebach) ; ALLEMAGNE CENTRALE (d'après Gothan).
- C. martinsi* GERMAR. Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Blanzy). — Permien moyen et sup. (Zechstein) ; ALLEMAGNE (d'après Gothan).
- Odontopteris schlotheimi* BRONG. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Saint-Étienne). — Étage autuno-stéphanien (Stéph. D) : SARRE (a. de Breitenbach).
- Neuropteris planchardi* ZEILLER. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Blanzy, Decize, Commentry, Decazeville, Saint-Étienne) ; PORTUGAL (S. Pedro da Cova). — Étage autuno-stéphanien : MASSIF CENTRAL (Saint-Étienne, Autun) ; VOSGES (a. d'Albé). — Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph. D) : MASSIF CENTRAL (Autun, Brive, Bert) ; VOSGES (c. de Triembach) ; PORTUGAL (Buçaco). — Autunien moyen : MASSIF CENTRAL (Autun, a. de Muse). — Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Autun) ; ALLEMAGNE (Thuringe, d'après Potonié).
- N. crenulata* BRONG. (*N. praedenata* GOTHAN). Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Decazeville, Commentry, Blanzy). — Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph.) : PORTUGAL (Buçaco).
- N. matheroni* ZEILLER. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Commentry). — Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph. D) : VOSGES (c. de Triembach).
- N. zeilleri* DE LIMA. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Decazeville) ; PORTUGAL. — Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph. D) : PORTUGAL (Buçaco, d'après Teixeira) ; VOSGES (c. de Triembach). — Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Blanzy).
- N. pseudo-blissi* POTONIÉ. Stéphanien sup. : THURINGE (d'après Potonié) ; MASSIF CENTRAL (Decazeville, Blanzy, Commentry, Decize). — Étage autuno-stéphanien (Stéph. D) : MASSIF CENTRAL (Decize ?, Blanzy).
- O. minor* BRONG. Stéphanien sup. et étage autuno-stéphanien (Stéph. D) : tous les bassins du MASSIF CENTRAL ; BOHÈME (d'après Nemejc). — Inconnu en SARRE et dans les VOSGES.
- O. brardi* BRONG. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Decazeville, Brive, Saint-Étienne) ; PORTUGAL (d'après Teixeira) ; SAXE (Zwickau). — Étage autuno-stéphanien (Stéph. D) ; MASSIF CENTRAL (Saint-Étienne?) ; SARRE (a. de Breitenbach). — Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph. D) : MASSIF CENTRAL (Brive) ; PORTUGAL (Buçaco).

- O. decheni* WEISS. Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph. D) : MASSIF CENTRAL (Brive). — Autunien sup. : SARRE (a. de Lebach) ; THURINGE (d'après Potonié).
- Taeniopteris carnoti* ZEILL. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Commentry). — Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph. D) : MORAVIE (d'après Nemejc).
- Pseudomariopteris busqueti* ZEILLER. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (inconnu à Brive). — Étage autuno-stéphanien : SARRE (a. de Breitenbach).
- Ps. ribeyroni* ZEILLER. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Decazeville, Commentry, Saint-Étienne, Blanz) ; PORTUGAL (S. Pedro da Cova). — Étage autuno-stéphanien : MASSIF CENTRAL (Saint-Étienne, Autun, Brive) ; SARRE (a. de Breitenbach). — Autunien inf. à *C. conferta* : MASSIF CENTRAL (Autun, Brive) ; PORTUGAL (Buçaco).
- Dicksonite beyrichi* WEISS. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Brive, Decize). — Étage ambigu autuno-stéphanien (Stéphan. D) : SARRE (a. de Breitenbach). — Autunien sup. : SARRE (a. de Lebach) ; MASSIF CENTRAL (Planioles). — Autunien inf. à *C. conferta* : TOSCANE (Monte-Vignale, d'après Stefani). — Permien moyen : SARRE (a. de Wadern).
- D. leptophylla* BUNB. Étage autuno-stéphanien : SARRE (a. de Breitenbach). — Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph.) : PORTUGAL (Buçaco). — Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Brive, Gourdu-du-Diable). — Permien moyen : (SARRE a. de Wadern). — Autunien et Permien moyen : CHINE (Shansi, Corée, d'après Halle, Kawasaki et Hsu). — Permien sup. : RUSSIE (Angaride, d'après Zalessky).
- Plagiozamites carbonarius* RENAULT. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Commentry). — Permien : RUSSIE (Angaride, d'après Zalessky).
- Pl. planchardi* (RENAULT) ZEILLER. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Blanz, Commentry) ; PORTUGAL (S. Pedro da Cova). — Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph. D) : VOSGES (Puits-du-Diable). — Autunien : THURINGE (d'après Potonié).
- Sphenophyllum costae* STERZEL. Stéphanien sup. : MASSIF CENTRAL (Blanz, Commentry, Decazeville) ; PORTUGAL (S. Pedro da Cova). — Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph. D) : MASSIF CENTRAL (Autun). — Autunien et Permien : CHINE (Shansi, d'après Halle).
- Sph. tenuifolium* FONT. et WHITE. Permo-Houiller : U. S. A. (d'après Fontaine et White). — Autunien inf. à *C. conferta* (Stéph. D) : MASSIF CENTRAL (Brive) ; CHINE (Kaiping, d'après Stockmans et Mathieu). — Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Brive).
- Sph. verticillatum* SCHLOTHEIM. Étage autuno-stéphanien : SARRE (a. de Breitenbach). — Autunien moyen : SARRE (a. de Kusel). — Autunien : THURINGE (d'après Zobel *in* Potonié).
- Lebachia augustifolia* FLORIN. Autunien sup. : SARRE (a. de Lebach) ; THURINGE ; MORAVIE (d'après Florin) ; inconnu dans le MASSIF CENTRAL.
- L. mitis* FLORIN. Autunien sup. : SARRE (a. de Lebach) ; THURINGE (d'après Florin).
- L. speciosa* FLORIN. Autunien sup. : MASSIF CENTRAL (Brive) ; SARRE (a. de Lebach) ; THURINGE ; SAXE ; BOHÊME ; MORAVIE (d'après Florin).

Cette classification souligne une série de faits qui ne sont pas dépourvus d'intérêt.

— Les flores de chaque bassin possèdent quelques éléments particuliers qui leur confèrent une certaine originalité.

— A côté de ces *particularités locales* on enregistre des *caractères régionaux* assez accusés. Dans l'ensemble des gisements du Massif Central, on a ainsi identifié des Végétaux qui sont inconnus dans les autres bassins européens. La flore du bassin sarro-lorrain s'écarte sensiblement de celle du Massif Central par des caractères négatifs et par des associations spéciales. L'originalité de la végétation des gisements vosgiens est moins manifeste. On y retrouve les espèces du Massif Central, mais les associations (prédominance de Coniférales) rappellent celles de la Sarre.

— La répartition géographique des *espèces endémiques* semble s'opposer parfois aux affinités qui relient entre elles les flores d'une même région.

Si les flores du Massif Central diffèrent notablement de celles du bassin sarro-lorrain, elles se relient, par contre, à celles du Portugal et d'Italie (Toscane) par de nombreux éléments communs. La flore sarroise se rapprocherait davantage de celles de Saxe et de Thuringe alors que des formes caractéristiques du Massif Central, se retrouvent en Bohême et en Moravie.

En divers points du bassin de Blanz (Perrecy-les-Forges, carrière Saint-Amédée...), le Stéphanien supérieur passe graduellement à l'Autunien typique par l'intermédiaire d'une zone à *T. multinervis*, *N. planchardi*, *Walchia*, dans laquelle on n'a jamais récolté *C. conferta*.

Dans les Vosges, l'assise d'Albé à flore dépourvue de *Callipteris* serait également autuno-stéphaniennne. Elle passe insensiblement aux dépôts du « Puits-du-Diable » qui renferment les premiers *C. conferta*.

En Sarre, la flore de l'assise de Breitenbach offre un mélange de formes autuniennes et des ensembles caractéristiques du Stéphanien supérieur, mais on n'y connaît pas *C. conferta*. Les couches de Kusel qui font suite à l'assise de Breitenbach, renferment déjà une flore autunienne caractéristique, à nombreuses Conifères et plusieurs espèces de *Callipteris*. L'assise de Breitenbach représenterait donc à la fois le Stéphanien supérieur et l'Autuno-Stéphanien ou Autunien inférieur dépourvu de *C. conferta*.

L'« étage ambigu permo-carbonifère » et l'Autunien inférieur à *Callipteris conferta* représentent donc en réalité deux faciès différents d'un même étage stratigraphique. Au Stéphanien supérieur à flore riche et variée fait suite une formation à flore stéphaniennne appauvrie, renfermant par endroits, et suivant le faciès de ses dépôts, les premiers représentants du genre *Callipteris* : *C. conferta* STERNBERG.

Il s'agit donc d'un seul étage intermédiaire entre le Stéphanien et l'Autunien proprement dit. Les caractères floristiques de cette assise sont les suivants :

- Persistance d'un grand nombre de forme stéphaniennes, en particulier *Alethopteris grandini*, *Taeniopteris jejuna*, *Sphenophyllum oblongifolium* et *S. longifolium*.
- Fréquence et diversité des Pécoptéridées stéphaniennes.
- Diminution notable des Sphénoptéridées, des Neuroptéridées et des Odontoptéridées, dont l'abondance et la diversité étaient remarquables dans l'assise précédente.
- Apparition sporadique de *Callipteris conferta* STERNB., *Dicksonites leptophylla* BUNB., *Callipteridium rochei* ZEILL., *Lesleya delafondi* ZEILL., *Trichopitys heterophylla* SAPORTA, *Ovopteris decheni* WEISS.

III. LIMITE ENTRE LE CARBONIFÈRE ET LE PERMIEN. — Le problème, posé par le tracé d'une ligne de démarcation entre le Carbonifère et le Permien, est intimement lié au précédent. La difficulté résultait, en partie, de l'existence de cette formation dépourvue de *Callipteris* que l'on croyait distincte des assises attribuées à l'Autunien inférieur. Après avoir établi l'identité des deux formations, il reste à fixer la place de cet étage dans l'échelle stratigraphique générale : à la base du Permien, ou, au contraire, au sommet du Carbonifère, faisant suite au Stéphanien supérieur.

On admet généralement qu'une bonne limite peut être fournie par le moment où s'accomplissent dans la végétation les modifications les plus importantes. A la suite de Zeiller, on avait convenu que le changement le plus marqué consistait dans l'apparition du genre *Callipteris* représenté d'abord par *C. conferta* STERNB. Les couches à *C. conferta* furent donc placées à la base de la formation autunienne.

En pratique, il semble difficile de préciser le moment exact de l'apparition d'une espèce déterminée, car il n'y a pas eu forcément synchronisme dans tous les bassins. De plus, les observations ont montré que la présence de *C. conferta* semble être liée à des faciès déterminés, si bien que la coupure stratigraphique qu'on pourrait déduire de sa présence ou de son absence, serait purement conjecturale. Ces difficultés n'avaient pas échappé à certains auteurs. A la suite de ses études sur les flores de Bohême et de Moravie, F. Nemejc [1935] avait constaté que les *Callipteris* étaient

des fossiles de faciès et Jongmans [1935 a], au 2^e Congrès de Stratigraphie carbonifère, mettait les géologues en garde contre leur utilisation en stratigraphie.

Sans souscrire à l'hypothèse de F. Nemejc et de G. Mathieu [1949 a] tendant à faire débiter *C. conferta* au Stéphanien supérieur, peut-être même au Stéphanien moyen, il faut reconnaître que la présence ou l'absence de cette espèce est insuffisante pour fixer la limite entre deux systèmes d'étages.

A côté de *C. conferta* et de quelques autres espèces permienes très sporadiques (*D. leptophylla*, *Callipteridium rochei*), la flore de cet étage intermédiaire comprend, comme on l'a vu précédemment, une majorité de formes stéphaniennes. *Il n'y a donc pas de coupure nette entre le Stéphanien supérieur* (étage des Calamodendrées, Stéphanien « C ») *et la formation qui lui succède immédiatement*, Autunien inférieur à *C. conferta* ou étage autuno-stéphanien dépourvu de *Callipteris*. Une ligne de démarcation placée au sommet du Stéphanien supérieur serait arbitraire et ne correspondrait à aucun hiatus biologique marquant. Et quoiqu'il existe une transition entre la flore de notre étage intermédiaire et la flore autunienne bien caractérisée, l'incorporation de cet étage au Stéphanien (Stéphanien « D ») plutôt qu'à l'Autunien nous a paru plus justifiée. C'est dans ce sens que nous proposons de trancher le problème posé par P. Pruvost du chevauchement des deux étages (Pl. XVII).

En réunissant l'Autunien inférieur au système carbonifère, on rejoint en partie la position de R. C. Moore [1940] qui a été exposée au début de ce mémoire : l'ensemble du Permien inférieur continental, c'est-à-dire l'Autunien d'Europe, représenterait l'étage terminal du Pennsylvanien (ou Oberkarbon des auteurs allemands). Cette solution, basée sur la considération de la série de Pennsylvanie, a été adoptée provisoirement par P. Pruvost et W. Jongmans [1950] pour les formations continentales de l'Ouest de l'Europe.

On ne saurait toutefois adopter cette solution sans y apporter des réserves. L'ensemble de cette étude a montré, en effet, que l'Autunien ne forme pas un ensemble homogène : si la flore de l'Autunien inférieur prolonge celle du Stéphanien supérieur sans modifications appréciables (p. 71), la végétation de l'*Autunien supérieur* présente, par contre, des caractères entièrement nouveaux. D'importantes transformations ont affecté l'ensemble de la flore, on note, en particulier, les caractères suivants :

— Disparition progressive des grandes familles de plantes carbonifères : *Pecopteridées*, *Sphenopteridées*, *Neuropteridées*, *Odontopteridées*, *Sigillariées*, *Cardaitées*. Il n'en subsiste que quelques témoins attardés.

— Développement considérable du genre *Callipteris*, plantes herbacées probablement apparentées aux Caytoniales et comprenant plus de vingt espèces différentes. A côté des formes simples se rattachant directement au type ancestral (*C. conferta*), se diversifient des espèces à frondes très découpées et à limbes de plus en plus réduits.

— Épanouissement des Coniférales connues par de rares exemplaires depuis le début du Stéphanien. Les genres *Lebachia* et *Ernestiodendron* groupent plus de vingt espèces différentes.

— Développement des *Taeniopteris* à frondes simples se rattachant à *T. multivernis* WEISS, apparu au Stéphanien supérieur. Les formes à frondes de grande taille, à limbe épais, à nervure médiane forte et saillante, annoncent les Bennettitales du Secondaire (type *Williamsoniella*).

— Apparition de formes nouvelles : *Baiera*, *Sphenobaiera*, *Ginkgoites*, *Ginkgophyllum*, rappelant soit les formes du Permien supérieur, soit même les flores angariennes et cathaysiennes.

L'Autunien supérieur offre des caractères floristiques très particuliers qui le distinguent à la fois du Stéphanien et du Thuringien. Dans plusieurs bassins (Sarre, Autun), les caractères nouveaux apparaissent progressivement ; on peut alors distinguer une zone de passage (assise de

ANCIENNE DIVISION STRATIGRAPHIQUE	Stéphanien supérieur	Etage ambigu permo-carbonifère	Autunien inférieur	Autunien moyen	Autunien supérieur
NOUVELLE DIVISION STRATIGRAPHIQUE.	Stéphanien C	Stéphanien D	Autunien inférieur	Autunien supérieur	
PÉCOPTÉRIDÉES.					
<i>Pecopteris bredovi</i> GERM.					
<i>P. boutonneti</i> ZEILL.					
<i>P. candollei</i> BRONG.					
<i>P. cyathea</i> BRONG.					
<i>P. cyathea</i> var. <i>major</i> nov. var.					
<i>P. daubreei</i> ZEILL.					
<i>P. densifolia</i> GOEPP.					
<i>P. clintoni</i> LESQ.					
<i>P. claverica</i> ZEILL.					
<i>P. feminaeformis</i> SCHLOTH.					
<i>P. hemitelioides</i> BRONG.					
<i>P. integra</i> ANDR.					
<i>P. monyi</i> ZEILL.					
<i>P. oreopteridia</i> BRONG.					
<i>P. paleacea</i> ZEILL.					
<i>P. pinnatifida-waltoni</i> (ZEILL.) CORS.					
<i>P. plumosa-dentata</i> BRONG.					
<i>P. polymorpha</i> BRONG.					
<i>P. platoni</i> GR. EU.					
<i>P. pseudo-bucklandi</i> ANDR.					
<i>P. tenuinervosa</i> CORS.					
<i>P. truncata</i> ROST.					
<i>P. unita</i> BRONG.					
<i>P. wongi</i> HALLE.					
<i>P. cf grandifolia</i> FONT. et WHITE					
ALÉTHOPTÉRIDÉES.					
<i>Alethopteris grandini</i> BRONG. ...					
<i>A. grand'euryi</i> ZEILL.					
<i>A. minuta</i> ZEILL.					
<i>Callipteridium gigas</i> GUTB.					
<i>C. pteridium</i> SCHLOTH.					
<i>C. rochei</i> ZEILL.					
<i>C. rotundifolium</i> BERT.					
<i>Pecopteridium costei</i> ZEILL.					
<i>P. magnum</i> n. sp.					
CALLIPTÉRIDÉES.					
<i>Callipteris bergeroni</i> ZEILL.					
<i>C. bibractensis</i> ZEILL.					
<i>C. curretiensis</i> ZEILL.					
<i>C. conferta</i> STERNB.					
<i>C. diabolica</i> ZEILL.					
<i>C. flabellifera</i> WEISS.					
<i>C. jutieri</i> ZEILL.					
<i>C. lodevensis</i> BRONG.					
<i>C. lyratifolia</i> GOEPP.					
<i>C. martinsi</i> GERM.					
<i>C. moureti</i> ZEILL.					
ANCIENNE DIVISION STRATIGRAPHIQUE	Stéphanien supérieur	Etage ambigu permo-carbonifère	Autunien inférieur	Autunien moyen	Autunien supérieur
NOUVELLE DIVISION STRATIGRAPHIQUE	Stéphanien C	Stéphanien D	Autunien inférieur	Autunien supérieur	
<i>C. naumanni</i> GUTB.					
<i>C. nicklesi</i> ZEILL.					
<i>C. pellati</i> ZEILL.					
<i>C. polymorpha</i> STERZ.					
<i>C. raymondi</i> ZEILL.					
<i>C. subauriculata</i> WEISS.					
<i>C. strigosa</i> ZEILL.					
NEUROPTÉRIDÉES					
<i>Linopteris brongniarti</i> GUTB. ...					
<i>L. germari</i> GIEB.					
<i>Mixoneura neuropteroides</i> GOEP.					
<i>Neopteris cordata</i> BRONG.					
<i>N. crenulata</i> BRONG.					
<i>N. delasi</i> ZEILL.					
<i>N. dispar</i> ZEILL.					
<i>N. gallica</i> ZEILL.					
<i>N. horrida</i> ZEILL.					
<i>N. matheroni</i> ZEILL.					
<i>N. planchardi</i> ZEILL.					
<i>N. pseudo-blissi</i> POT.					
<i>N. raymondi</i> ZEILL.					
<i>N. zeilleri</i> DE LIMA.					
<i>Odontopteris brardi</i> BRONG.					
<i>O. bourranensis</i> DOUB. et VETT.					
<i>O. duponti</i> ZEILL.					
<i>O. dufrenoyi</i> BRONG.					
<i>O. genuina</i> GR. EU.					
<i>O. minor-brongniarti</i> POT.					
<i>O. minor-zeilleri</i> POT.					
<i>O. obtusa</i> BRONG.					
<i>O. osmundaeformis</i> SCHLOTH.					
<i>O. reichi</i> GUTB.					
<i>O. subcrenulata</i> ROST.					
<i>O. subcrenulata</i> var. <i>elongata</i> DOUB. et VETT.					
MARIOPTÉRIDÉES.					
<i>Pseudomariopteris busqueti</i> ZEILL.					
<i>Ps. paleau</i> ZEILL.					
<i>Ps. ribeyroni</i> ZEILL.					
<i>Dicksonites beyrichi</i> WEISS.					
<i>D. leptophylla</i> BUNB.					
<i>D. pluckeneti</i> (SCHLOTH.) f. <i>ster-</i> <i>zeli</i> ZEILL.					
SPHÉNOPTÉRIDÉES.					
<i>Rhacopteris courtini</i> ZEILL.					
<i>Ovopteris decheni</i> WEISS.					
<i>Ov. pecopteroides</i> LANDESK.					
<i>Sphenopteris casteli</i> ZEILL.					

TABLEAU VIII. — Répartition stratigraphique de la flore autuno-stéphanienne.

ANCIENNE DIVISION STRATIGRAPHIQUE	Stéphanien supérieur	Etage ambigu permo-carbonifère	Autunien inférieur	Autunien moyen	Autunien supérieur	ANCIENNE DIVISION STRATIGRAPHIQUE	Stéphanien supérieur	Etage ambigu permo-carbonifère	Autunien inférieur	Autunien moyen	Autunien supérieur
NOUVELLE DIVISION STRATIGRAPHIQUE	Stéphanien C	Stéphanien D	Autunien inférieur	Autunien supérieur		NOUVELLE DIVISION STRATIGRAPHIQUE	Stéphanien C	Stéphanien D	Autunien inférieur	Autunien supérieur	
SPHÉNOPTÉRIDÉES.						CONIFÈRES.					
<i>Sph. decorspi</i> ZEILL.						<i>Ernestiodendron filiciforme</i> (SCHLOTH.) FLOR.					
<i>Sph. fayoli</i> ZEILL.						<i>E. (W.) arnhardti</i> FLOR.					
<i>Sph. fossorum</i> ZEILL.						<i>Gomphostrobus bifidus</i> GEIN.					
<i>Sph. kidstoni</i> ZEILL.						<i>Lebachia angustifolia</i> FLOR.					
<i>Sph. lenis</i> ZEILL.						<i>L. frondosa</i> REN.					
<i>Sph. matheti</i> ZEILL.						<i>L. frondosa var. zeilleri</i> FLOR.					
<i>Sph. picandeti</i> ZEILL.						<i>L. goeppertiana</i> FLOR.					
<i>Zygopteris cornuta</i> ZEILL.						<i>L. hypnoides</i> BRONG.					
<i>Z. pinnata</i> GR. EU.						<i>L. intermedia</i> FLOR.					
						<i>L. laxifolia</i> FLOR.					
TAENIOPTÉRIDÉES.						<i>L. mitis</i> FLOR.					
<i>Lesleya delafondi</i> ZEILL.						<i>L. mucronata</i> FLOR.					
<i>L. ensis</i> ZEILL. et REN.						<i>L. parvifolia</i> FLOR.					
<i>Taeniopteris abnormis</i> GUTB.						<i>L. pinniformis var. solmsi</i> FLOR.					
<i>T. carnoti</i> ZEILL.						<i>L. pinniformis</i> (SCHLOTH.) FLOR.					
<i>T. fallax</i> GOEPP.						<i>L. speciosa</i> FLOR.					
<i>T. jejunata</i> GR. EU.						<i>L. (W.) bertrandi</i> FLOR.					
<i>T. multinervis</i> WEISS.						<i>L. (W.) gallica</i> FLOR.					
						<i>L. (W.) schlotheimi</i> BRONG. et REN.					
SPHÉNOPHYLLÉES.						<i>L. (W.) schneideri</i> ZEILL.					
<i>Sphenophyllum angustifolium</i> GERM.						<i>Tylodendron speciosum</i> WEISS. ..					
<i>Sph. costae</i> STERZ.						<i>Walchiostrobus (L.) elongatus</i> FLOR.					
<i>Sph. longifolium</i> GERM.						<i>W. (L.) gothani</i> FLOR.					
<i>Sph. oblongifolium</i> GERM. et KAULF.						<i>W. (L.) lodevensis</i> FLOR.					
<i>Sph. tenuifolium</i> FONT. et WHITE.											
<i>Sph. thoni</i> MAHR.						INCERTAE SEDIS.					
<i>Sph. verticillatum</i> SCHLOTH.						<i>Baiera raymondi</i> ZEILL.					
						<i>Cordaite foliolatus</i> GR. EU.					
CALAMARIÉES.						<i>C. lingulatus</i> GR. EU.					
<i>Annularia spicata</i> GUTB.						<i>Dorycordaites</i> sp.					
<i>A. sphenophylloides</i> ZENK.						<i>Dicranophyllum gallicum</i> GR. EU.					
<i>A. stellata</i> SCHLOTH.						<i>D. striatum</i> GR. EU.					
<i>Asterophyllites dumasi</i> ZEILL. ..						<i>Dolerophyllum pseudo-peltatum</i> GR. EU.					
<i>Ast. equisetiformis</i> SCHLOTH.						<i>Emplectopteris ruthenensis</i> DOUB.					
<i>Calamites cisti</i> BRONG.						<i>Ginkgoites martenensis</i> ZEILL.					
<i>C. cannaeformis</i> SCHLOTH.						<i>G. lodevensis</i> n. sp.					
<i>C. cruciatus</i> BRONG.						<i>Ginkgoephyllum grasseti</i> SAP.					
<i>C. gigas</i> BRONG.						<i>Poacordaites linearis</i> GR. EU.					
<i>C. leioderma</i> GUTB.						<i>Plagiozamites acicularis</i> REN.					
<i>C. undulatus</i> STERNB.						<i>Pl. carbonarius</i> REN.					
<i>C. suchowi</i> BRONG.						<i>Pl. planchardi</i> (REN.) ZEILL.					
<i>Equisetites vaujolyi</i> ZEILL.						<i>Pterophyllum fayoli</i> REN.					
						<i>Pt. grand'euryi</i> SAP. et MAR.					
LYCOPODINÉES.						<i>Pterophyllum</i> sp.					
<i>Sigillaria brardi</i> BRONG.						<i>Sphenobaiera</i> sp.					
<i>Stigmaria ficoides</i> BRONG.						<i>Trichopitys heterophylla</i> SAP.					
<i>Selaginellites suissei</i> ZEILL.											

TABLEAU VIII (suite). — Répartition stratigraphique de la flore autuno-stéphanienne.

Kusel, assise de Muse) correspondant à l'autunien moyen de Zeiller [1890] et représentant en réalité la base de l'ensemble Autunien proprement dit. C'est ce que nous proposons d'appeler l'Autunien inférieur.

D'autre part, il est bon de souligner le changement encore plus important intervenu dans les flores anciennes, à la base du Saxonien-Thuringien. Les derniers *Callipteris* encore connus à la base du Koungourien russe, font place à la flore à *Glossopteris-Gangamopteris* et *Ginkgoales* qui appartiennent déjà à l'ère mésophytique (voir p. 81).

On pourra donc tracer la limite entre Permien et Pennsylvanien, soit comme aux États-Unis, au-dessus de l'Autunien, soit comme il a été fait en Europe occidentale (jusqu'à ce que P. Pruvost et W. Jongmans proposent de suivre les géologues américains), à la base de l'Autunien, en puisant dans un cas comme dans l'autre des arguments valables dans l'étude des flores.

Là se borne l'apport de la paléobotanique à la stratigraphie générale. La fixation définitive de la limite entre Permien proprement dit (= Thuringien = Kazanien + Koungourien) et Carbonifère dans les séries continentales dépendra, comme l'ont dit P. Pruvost et W. Jongmans, des données fournies par les raccordements précis avec les séries marines, qui sont encore à établir, et des arguments apportés par les grands traits de l'histoire paléogéographique.

BIBLIOGRAPHIE

Pour les publications s'échelonnant sur plusieurs années, le texte donne la date exacte de la référence dans chaque cas particulier.

- ADRIANI M. J. (1945). — Sur la phytosociologie, la synécologie et le bilan d'eau des halophytes. *St. géobot. médit. et alpine*, Montpellier, Comm. n° 88, Groningen-Batavia.
- ANDRAE (1844-1853). — (*Pecopteris integra*). In GERMAR, die Versteinerungen des Steinkohlengebirges von Wettin und Löbejun im Saalkreise, bildlich dargestellt und beschrieben. Halle.
- ARNOLD Ch. A. (1947). — Introduction to Paleobotany.
- BENECKE et VAN WERWECHE (1890). — Ueber das Rothliegende der Vogesen. *Mitt. geol. Landesanst. Els.-Lothr.*, Bd III, p. 45.
- BERGERON J. (1885). — Sur le terrain permien des départements de l'Aveyron et de l'Hérault. *C. R. Ac. Sc.*, t. 101, p. 179.
- (1887). — Note sur le bassin houiller d'Auzits (Aveyron). *B. S. G. F.*, (3), XV, p. 262.
- (1888). — Bassins de Graissessac et de Decazeville. *Ibid.*, (3), XVI, p. 1032-1045.
- (1889). — Étude géologique du massif ancien situé au Sud du Plateau central. Paris, Masson, 361 p., 55 fig.
- BERGERON J., JARDEL et PICANDET (1900). — Étude géologique du Bassin houiller de Decazeville. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 715.
- BERGOUNIOUX F. M. (1944). — Stratigraphie des Découvertes de Decazeville. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 103.
- BERGOUNIOUX F. M. et DOUBINGER J. (1943). — Flore des Découvertes de Decazeville. *C. R. Ac. Sc.*, t. 217, p. 612-613.
- (1945). — Sur l'âge des petits bassins houillers au Nord de Figeac (Lot). *C. R. somm. S. G. F.*, p. 117.
- (1950). — Bassins houillers paraliques et limmiques : méthodes de recherches. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, t. 83, p. 221-229.
- BERGOUNIOUX F. M., DOUBINGER J. et SANDRÉ M. (1946). — Observations sur la flore houillère du Bassin de Messeix (Puy-de-Dôme). *C. R. Ac. Sc.*, t. 223, p. 1016-1017.
- BERGOUNIOUX F. M., DOUBINGER J. et VETTER P. (1949). — Contribution à l'étude paléobotanique du Bassin houiller de Champagnac (Cantal). *Ibid.*, t. 228, p. 111-113.
- BERTRAND P. (1918 a). — Les grandes divisions paléontologiques du Stéphanien du Bassin de la Loire. *Ibid.*, t. 167, p. 689.
- (1918 b). — Caractères distinctifs des flores houillères de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier. *Ibid.*, t. 167, p. 760.
- (1926). — Conférences de Paléobotanique. Paris, Eyrolles.
- (1929 a). — Valeur des flores pour la caractérisation des différentes assises du terrain houiller et pour les synchronisations de bassin à bassin. 1^{er} Congr. Strat. Carbon. Heerlen, p. 103-116.
- (1929 b). — Stratigraphie du Westphalien et du Stéphanien dans les différents bassins houillers français. *Ibid.*, p. 93-103.
- (1930-1932). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. Flore fossile. 1^{er} fasc., Aléthoptéridées (1930), p. 1-58, pl. I-XXX. 2^e fasc., Neuroptéridées (1932), p. 57-111, pl. XXXI-LX. *Ét. gîtes minéraux France*.
- (1933). — Les flores houillères d'Amérique d'après les travaux de M. David White. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LVIII, p. 231-254.
- (1934). — Observations sur la classification des vrais *Pecopteris*. *C. R. Ac. Sc.*, t. 199, p. 438-439.
- (1935 a). — Nouvelles corrélations stratigraphiques entre le Carbonifère des États-Unis et

- celui de l'Europe occidentale d'après MM. Jongmans et Gothan. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LX, p. 25-38.
- BERTRAND P. (1935 b). — Observations sur les flores de l'Angara d'après les travaux de M. D. Zalessky. 2^e Congr. Strat. Carb. Heerlen, t. I, p. 63.
- (1935 c). — Tableaux des flores successives du Westphalien et du Stéphanien supérieur. *Ibid.*, t. I, p. 67.
- BERTRAND P. et DARRAH W. C. (1936). — Sur la présence d'équivalents des terrains stéphanien dans l'Amérique du Nord. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXI, p. 187.
- BERTRAND P. et PRUVOST P. (1935). — La question du Westphalien et du Stéphanien en France. 2^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen, t. I, p. 81.
- BEXELL G. (1935). — On the stratigraphy of the plant bearing deposits of late Paleozoic and Mesozoic age in the Nanshan region (Kansu). *Geogr. Ann.*, Stockholm, p. 83.
- BIGOT A. et PRUVOST P. (1925). — Contribution à l'étude du Houiller et du Permien du Cotentin. *Bull. Soc. linnéenne Normandie*, 7^e sér., t. 8.
- BOISSE A. (1870). — Esquisse géologique du département de l'Aveyron. Paris, Imprimerie nationale.
- BOISSE DE BLACK Y. (1932). — Le détroit de Rodez et ses bordures cristallines. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XXXVI, n° 188.
- BOULAY N. (1879). — Recherches de paléontologie végétale sur le terrain houiller des Vosges. *Bull. Soc. Hist. nat. Colmar*, t. XX, fasc. I.
- BOUREAU E. (1953). — Sur de récents travaux de paléobotanique. *Bull. Soc. Bot. fr.*, t. 100, n° 4-6, p. 219-246.
- BOUROZ A. (1940). — Faciès et massifs de végétation dans la formation houillère du Nord de la France.
- BRAUN (1843). — *Münster's Beitr.*, H. VI.
- BRONGNIART A. (1822). — Sur la classification et la distribution des Végétaux fossiles. *Mém. Mus. d'Hist. nat.*, t. VIII.
- (1828). — Prodrôme d'une Histoire des Végétaux fossiles, Paris.
- (1828-1844). — Histoire des Végétaux fossiles. Paris, Amsterdam, 2 tomes, p. 1-xii-1-560 p., 194 pl.
- (1849). — Tableau des genres de Végétaux fossiles, 127 p. Dictionnaire universel d'Histoire naturelle, Paris.
- BROWNE J. (1933). — The *Noeggerathia* and *Tingia*. *The new Phytologist*, vol. XXXII, p. 344-358. Londres.
- BUBNOFF S. VON (1930). — Geologie von Europa. Berlin.
- BUNBURY (1853). — Fossil plants of the carboniferous formation of the neighbourhood of Bussaco in Portugal. *Quart. Journ. geol. Soc. London*, vol. IX, p. 143-146, pl. VII.
- CARPENTIER A. (1930 a). — La flore permienne du Bou-Achouch (Maroc central). *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, p. 1-43, pl. 1-12.
- (1930 b). — Observations sur deux types d'inflorescences trouvées dans les schistes permien du Bou-Achouch. *B. S. G. F.*, (4), XXX, p. 191-194.
- (1931-1932). — Observations sur la flore des schistes permien de Lodève (Hérault). *Ibid.*, (5), I, p. 189-194, pl. X et XI; (5), II, p. 3-7, pl. I et II.
- (1952). — Notes de paléobotanique. *Rev. gén. Bot.*, t. 59, p. 421-427.
- CARPENTIER A. et MARTEL H. (1936). — Remarques sur quelques Végétaux carbonifères de la Mayenne et de la Basse-Loire. *B. S. G. F.*, (6), t. VI, p. 41-45.
- CORDA (1845). — Beitrag zur Flora der Vorwelt.
- CORSIN P. (1930). — Guide paléontologique dans le terrain houiller du Nord de la France. *Trav. et Mém. Univ. Lille*, fasc. n° 5, 44 p., 40 pl.
- (1932). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. Flore fossile. 3^e fasc., Mariopitéridées, p. 109-177, pl. LXI-CVII. *Ét. Gîtes minéraux France*.
- (1949). — Sur l'âge des couches houillères du Bassin de Blanzay (Saône-et-Loire). *C. R. Ac. Sc.*, t. 227, p. 858-860.
- (1950). — Les divisions paléontologiques du Stéphanien du Bassin de la Loire. *Ibid.*, t. 230, p. 117-119.
- (1951 a). — Sur la limite entre le Westphalien et le Stéphanien et sur la flore du Westphalien D et du Stéphanien A. 3^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen, t. I, p. 93-98.
- (1951 b). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. Flore fossile, 4^e fasc., Pécoptéridées, 370 p., 99 fig., pl. CVIII-CXCIX. *Ét. Gîtes minéraux France*.

- CORSIN P. et MONOMAKHOFF C. (1948). — Sur le Houiller de la Machine : bassin de Decize (Nièvre). *C. R. Ac. S.*, t. 227, p. 981-983.
- (1949). — Le sondage de Marcy : bassin houiller de Decize (Nièvre). *C. R. somm. S. G. F.*, p. 42-44.
- CLARIOND L. et LECA F. (1933). — Études sur le Stéphanien du versant nord de l'Atlas de Marrakech. *B. S. G. F.*, (5), III, p. 161-172.
- DALLONI M. (1938). — Sur des dépôts permien des Pyrénées à flore de l'Angaride. *C. R. Ac. Sc.*, t. 206, p. 115.
- DANNENBERG (1915-1935). — *Geologie der Steinkohlenlager*. 4 vol. Berlin.
- DANZÉ-CORSIN P. (1953 a). — Sur la famille des Marioptéridées. *C. R. Ac. Sc.*, t. 236, p. 734-736.
- (1953 b). — Caractères généraux des *Mariopteris* et leur classification. *Ibid.*, t. 236, p. 1072-1074.
- (1953 c). — Contribution à l'étude des Marioptéridées. Les *Mariopteris* du Nord de la France. *Ét. géol. Atlas Topogr. souterraine*, 269 p., 78 pl., 43 fig.
- DARRAH W. C. (1935 a). — American carboniferous floras. 2^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen, t. I, p. 109.
- (1935 b). — Recent studies of american Pteridosperms. *Ibid.*, t. I, p. 131.
- (1939). — Principles of Paleobotany. Leyde, *Chronica Bot. Comp.*, 230 p.
- DARRAH W. C. et BERTRAND P. (1934). — Observations sur les flores houillères de Pennsylvanie. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LVIII, p. 211-224.
- DELAFOND F. (1889). — Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac : Stratigraphie. *Ét. Gîtes minéraux France*.
- (1902). — Bassin houiller et permien de Blanzay et du Creusot : Stratigraphie. *Ibid.*
- DESROUSSEAUX J. (1938). — Bassins houillers et lignitifères de la France. Statistique de l'Industrie minière. Paris.
- DOUBINGER J. (1947). — Observations sur le gisement carbonifère de Sansac (Aveyron). *C. R. somm. S. G. F.*, p. 47-49.
- (1951). — Description d'une nouvelle espèce d'*Emplectopteris* : *E. ruthenensis* du Bassin de Decizeville. *B. S. G. F.*, (6), I, p. 233-242.
- (1952). — Flore à *Gigantopteris* et flore permo-carbonifère européenne. *Ibid.*, (6), II, p. 131-134.
- (1953 a). — Contribution à l'étude du genre *Plagiozamites-Plagiozamites acicularis* (RENAULT) du Bassin de Commentry. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXIII, p. 43-53.
- (1953 b). — Contribution à l'étude du Stéphanien supérieur : flore de l'assise de Breitenbach (Sarre). *Congr. Soc. savantes*, p. 73-79.
- (1954). — Essai d'une classification des *Callipteris*. *VIII^e Congr. intern. Botanique* (à l'impression).
- (1955). — Caractères distinctifs de la flore autunienne. 80^e Congr. Soc. savantes, p. 257-258.
- DOUBINGER J. et VETTER P. (1950). — Description d'une nouvelle espèce d'*Odontopteris* : *O. bourranensis*. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXX, p. 161-174.
- (1951 a). — Contribution à l'étude du Bassin de Decizeville : flore fossile du Mazel. *C. R. Ac. Sc.*, t. 232, p. 2338-2339.
- (1951 b). — Contribution à l'étude du Stéphanien supérieur dans le Massif Central français. 3^e Congr. Strat. Carbon, Heerlen, t. I, p. 149-155.
- (1953). — Sur la présence de *Sphenophyllum costae* STERZEL dans le bassin houiller de Decizeville (Aveyron). *B. S. G. F.*, (6), III, p. 493-502.
- (1954 a). — Sur les *Sphenophyllum* du Stéphanien. Contribution à la révision du genre *Sphenophyllum*. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXIV, p. 106-121.
- (1954 b). — Sur quelques *Odontopteris* du Stéphanien. *VIII^e Congr. intern. Botanique* (à l'impression).
- DURAND J. (1932). — Révision de la feuille de Rodez au 80.000^e. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XXXVI, n° 187, p. 93-103.
- ELIAS M. K. (1935). — Elements of the stephanian flora in the Midi-Continent of North America. 2^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen, t. I, p. 203-213.
- EMBERGER L. (1944). — Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants. Paris, Masson, 492 p., 457 fig.
- FABRE J., FEYS R. et GREBER Ch. — Sur l'âge du gisement de Bert. Paris, B. R. G. G. M., Rapp. inédit.

- FAYOL H. (1886). — Études sur le terrain houiller de Commentry. 1^{re} part. : Lithologie et Stratigraphie. Saint-Étienne, Théolier.
- FEYS R. et GREBER Ch. (1950). — Le sondage de Sanvignes (Saône-et-Loire) et la structure du bassin de Blanzay. *C. R. Ac. Sc.*, t. 230, p. 1778-1779.
- FLORIN R. (1933). — Zur Kenntniss der paläozoischen Pflanzengattungen : *Lesleya* LESQUEUREUX und *Megalo-pteris* DAWSON. *Ark. Botan.*, 25 A, n° 19, pl. I, fig. 1.
- (1936). — Die fossilen Ginkgophyten von Franz Joseph Land nebst Erörterungen über vermeintliche Cordaitales mesozoischen Alters I. *Palaeontogr.*, Bd LXXXI, B.
- (1938-1944). — Die Koniferen des Oberkarbon und des unteren Perm. *Ibid.*, Bd LXXXV, B.
- FONTAINE W. et WHITE I. C. (1880). — The permian or upper carboniferous flora of West Virginia and SW Pennsylvania. 2^e *Surv. Pennsylvania*, p. 1-143, pl. I-XXXVIII.
- FRANKE (1913). — *Alethopteris* et *Callipteridium*. In POTONIÉ. Abbild. u. Beschr. fossiler Pflanzenreste. Lief IX. Berlin.
- FOURNET et GRAFF (1849). — Note sur les terrains des environs de Neffiez et de Roujan. *B. S. G. F.*, (2), VI, p. 625.
- FOURNIER E. (1907). — Recherches de houille en Franche-Comté. *Ibid.*, (4), VII, p. 517.
- GEINITZ H. B. (1855-1862). — Die Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen. 61 p., 36 pl. Leipzig.
- GERMAR E. F. (1844-1853). — Die Versteinerungen des Steinkohlengebirges von Wettin und Löbejun im Saalkreise, bildlich dargestellt und beschrieben. 116 p., 40 pl. Halle.
- GERMAR et KAULFUSS (1831). — Über einige merkwürdige Pflanzenabdrücke. *Nov. Act. Nat.*, cur. XV.
- GIEBEL (1857). — *Lonchopteris germari*. *Zeitsch. gesammte Naturwiss.*, Bd. X, p. 301, pl. I.
- GOEPPERT H. R. (1841-1846). — Die Gattungen der fossilen Pflanzen. Bonn, 120 p., 20 pl.
- (1864-1865). — Die fossile Flora der permischen Formation. *Palaeontogr.*, Bd XII, p. 1-316, pl. I-LXIV.
- GOTHAN W. (1923). — Karbon und Permpflanzen. In GURICH, Leitfossilien. Lief 3, 187 p., 45 pl. Berlin.
- GOTHAN W. (1933). — Zur Palaeontologie und Stratigraphie des Saargebietes. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.*, Bd 85, p. 398-411.
- (1935 a). — Die Frage des Synchronismus der Perm- und Stefanfloren und ihre Charakteristika. 2^e *Congr. Strat. Carbon. Heerlen*, t. I, p. 213-219.
- (1935 b). — Geobotanische Provinzen in Karbon und Perm. *Ibid.*, t. I, p. 225-227.
- (1935 c). — Die Flora des Zechsteins. Berlin.
- (1951). — Über einige pflanzengeographische Besonderheiten der mitteleuropäischen Steinkohlenbecken. 3^e *Congr. Strat. Carbon. Heerlen*, p. 225.
- GRAND'EURY C. (1877). — Flore carbonifère du département de la Loire. Paris, Imprimerie nationale, p. 1-624, pl. I-XXXIV, A-D, 1 carte.
- (1890). — Géologie et paléontologie du bassin houiller du Gard. Saint-Étienne, Théolier.
- (1904). — Sur les graines de Nevroptéridées. *C. R. Ac. Sc.*, t. 139, p. 25 et 785.
- (1908). — Sur les organes et le mode de végétation des Névroptéridées et autres Ptéridospermes. *Ibid.*, t. 146, p. 1241-1245.
- GRANGEON M., FEYS R. et GREBER Ch. (1955). — Définition d'une assise intermédiaire entre Stéphanien et Autunien dans les sondages du Crie et du Ponsard (Bassin houiller et permien de Blanzay et du Creusot, Saône-et-Loire). *Ibid.*, t. 240, p. 325-327.
- GUTBIER A. VON (1835). — Abdrücke und Versteinerungen des zwickauer Schwarzkohlengebirges und seiner Umgebungen. 80 p., 12 pl. Zwickau.
- (1849). — In H. B. GEINITZ et A. V. GUTBIER. Die Versteinerungen des Rothliegenden in Sachsen.
- GUTHÖRL P. (1948). — Das Leben in den Süßwasserbecken und an deren Strand während der Rothliedendetzeit im Saar-Nahe-Pfalz Gebiet. *Saarbrücker Bergmannskal.*, Bd I, H. 1.
- HALLE T. G. (1927). — Palaeozoic plants from Central Shansi. *Pal. sinica*, ser. A, vol. II, 317 p., 64 pl.
- (1933). — The structure of certain fossil spora-bearing organs believed to belong to Pteridosperms. *Kgl. Svenska Vet. Ak. Handl.*, 3^e ser., Bd XII, n° 6.
- (1935 a). — The position and the arrangement of the spore producing members of the palaeozoic Pteridosperms. 2^e *Congr. Strat. Carbon. Heerlen*, t. I, p. 227-237.
- (1935 b). — The relation between the late Palaeozoic floras of Eastern and Northern Asia. *Ibid.*, t. I, p. 237-247.

- HEMMER M. (1920). — Die fossile Flora der oberen ottweiller Schichten des Saarbeckens. *Geognostische Jahresh.* Bd. 31-32.
- HIRMER M. (1927). — Handbuch der Palaeobotanik. 708 p., 817 fig. Berlin et Munich.
- (1935). — Die *Pteridospermae* insbesondere die Caytoniales und die Entwicklung der *Angiospermae*. 2^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen, t. I, p. 271-289.
- HIRMER M. et GUTHÖRL P. (1940). — Die Karbon-Flora des Saargebietes. *Palaeontogr.*, Bd IX, suppl.
- HSÜ J. (1952). — Fossil plants from the K'uangshanch'ang coal series of north-eastern Yunnan China. *The Palaeobotanist*, vol. I (Birbal Sahni mem. vol.), p. 245-262.
- JONGMANS W. J. (1911). — Anleitung zur Bestimmung der Karbonpflanzen Westeuropas. Bd I. La Haye, Freiberg.
- (1935 a). — Synchronismus und Stratigraphie. 2^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen, t. II, p. 327-347.
- (1935 b). — The flora of the upper Carboniferous of Djambi (Sumatra, Netherl. India) and its possible relation on the paleogeography of the Carboniferous. *Ibid.*, t. II, p. 345-363.
- (1935 c). — Contribution to a comparaisn between the Carboniferous floras of the United States and of Western Europe. *Ibid.*, t. II, p. 363-393.
- (1935 d). — Comparaisn of the floral succession in the carboniferous of west Virginia whith Europe. *Ibid.*, t. II, p. 393-417.
- (1950). — Note sur la flore du Carbonifère du versant sud du Haut Atlas. *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, n° 76, p. 155-172.
- (1951). — Some problems on carboniferous stratigraphy. 3^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen, t. II, p. 295-306.
- (1952). — Les flores du Carbonifère de l'Afrique septentrionale. *C. R. XIX^e Congr. géol. intern. Alger*, sect. II, fasc. II, p. 49-64.
- JONGMANS W. J. et GOTHAN W. (1934). — Permo-karbonische Flora auf Sumatra, Nederl. Indien. *Act. P. Ac. Sc. Nov. Lync.*, ann. LXXXVIII, 3^e sess., p. 54-63.
- JONGMANS W. J. et PRUVOST P. (1950). — Les subdivisions du Carbonifère continental. *B. S. G. F.*, (5), XX, p. 335-344.
- JUNG J. (1924). — Houiller dans les Vosges moyennes. *Ibid.*, (4), XXIV, p. 476.
- KAWASAKI S. (1927). — Flora of the Heian System. *Bull. geol. Surv. Chosen.*, p. I, p. 1-30, pl. I-XIV ; p. II, pl. XVI-XCIX ; p. III, p. 47-311, pl. I-XCI. Seoul.
- KIDSTON R. (1923). — Fossil plants of the carboniferous rocks of Great Britain. *Paleontology. Mem. geol. Surv. Great Brit.*, 3 vol., 681 p., CLIII pl.
- KON'NO E. (1929). — On genera *Tingia* and *Tingiostaschya* from the lower Permian and the Permo-Triassic beds in northern Korea. *Japanese Journ. Geol. a. Geogr., Trans.*, vol. VI, p. 113-147, pl. XXIII-XXVII.
- LANDESKROENER K. (1906). — *Ovopteris pectopteroides*. In POTONIÉ, Abb. und Beschr. fossiler Pflanzenreste. Lief. IV. Berlin.
- LESQUEREUX L. (1858). — In ROGERS H. D., The Geology of Pennsylvania, vol. 2, part II, 30 p., XX pl. Edimbourg et Londres.
- (1879-1880). — Description of the coal formation of the carboniferous formation in Pennsylvania and throughout the United States. *Sec. geol. Surv. Pennsylvania, Rep. of Progr.* P., Harrisburg, texte, 694 p. (1880) ; atlas, 85 pl. (1879).
- LETOURNEUR J. (1953). — Le grand sillon houiller du plateau Central français. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. LI, n° 238, 233 p., 2 pl.
- LIMA W. DE (1890). — Présentation de la note : Noticia sobre as Camadas da serie permo-carbonica do Busaco. *B. S. G. F.*, (3), t. XIX, p. 136-139.
- LINDLEY J. et HUTTON W. (1831-1837). — The fossil flora of Great-Britain. 3 vol. I : 218 p., 79 pl. ; II : 206 p., pl. 80-156 ; III : 304 p., pl. 157-230. Londres.
- LOUBIÈRE A. (1930). — Sur les graines et les feuilles stipales associées à l'*Odontopteris obtusa* BRGT. dans le terrain carbonifère de Carmaux. *Rev. gén. Bot.*, t. XLII, p. 321-326.
- LOUIS J. (1946). — Nouvelle observation sur le Permien du Bassin de Blanzay. *C. R. Ac. Ss.*, t. 223, p. 426-428.
- (1954 a). — Tectonique des bassins houillers de la bordure orientale du Massif Central. Thèse. *Trav. Lab. géol. Fac. Sc. Lyon*, nouv. sér., n° 1.
- (1954 b). — Comparaison entre une étude géologique et une étude géophysique (par gravimétrie) dans le bassin de Blanzay. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 141-144.

- MAHR (1868). — Über *Sphenophyllum thonii*, eine neue Art aus dem Steinkohlengebirge von Illmenau. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.*, Bd XX, p. 433-434, pl. VIII.
- MAISTRE J. DE (1944). — Sur la classification des couches dans la région sud-ouest du bassin de Saint-Étienne. *Rev. Ind. min.*, n° 485, p. 163.
- (1949). — Remarques sur la stratigraphie du Stéphanien. *Ibid.*, n° 544, p. 271-288, 3 pl.
- (1951). — Remarques sur le Houiller du bassin de la Loire. 3^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen, t. II, p. 435-441.
- MATHIEU F. F. (1928). — Note préliminaire sur la stratigraphie du bassin de Kaiping (Chine). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LII, p. 159-166.
- MATHIEU F. F., DELÉPINE G. et PRUVOST P. (1927). — Observations sur le terrain houiller de Kaiping (Chine). *Ibid.*, t. III, p. 159-173.
- MATHIEU G. (1947). — Analyse stratigraphique de la série carbonifère dans le bassin houiller de Ronchamp. *C. R. Ac. Sc.*, t. 225, p. 1016-1018.
- (1949 a). — Sur la limite entre le Stéphanien et l'Autunien dans le bassin houiller de Ronchamp (Haute-Saône). *Géol. appl. et Prosp. minière*, t. I, p. 27-58. Nancy.
- (1949 b). — Notions sur l'altitude des bassins houillers du Stéphanien entre Sarre et Mésogée. *Géol. appliquée et prospection min.*, t. II.
- (1950). — Sur l'existence de deux zones de végétation dans le bassin houiller de Ronchamp (Haute-Saône). *C. R. Ac. Sc.*, t. 230, p. 1418-1420.
- (1951). — Réflexions sur le milieu biologique terrestre permo-carbonifère. 3^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen, t. II, p. 443-452.
- MIEG (M. 1901). — Note sur le fonçage du puits Arthur de Buyer, exécuté par la Société des Houillères de Ronchamp (Haute-Saône). *B. S. G. F.*, (4), I, p. 147.
- MOORE R. C. (1940). — Carboniferous-permian boundary. *Bull. am. Ass. Petr. Geol.*, vol. 24, p. 283.
- MORET L. (1943). — Manuel de paléontologie végétale. 216 p., 78 fig. Paris, Masson.
- MORQUER R. (1933). — Fougères fossiles et Ptéridospermées. *Rev. gén. Sciences*, juillet.
- MOURET G. (1891). — Bassin houiller et permien de Brive. Stratigraphie. *Ét. Gîtes minéraux France*, 444 p., 120 fig., 2 pl., 1 carte.
- NATHORST A. G. (1902). — Beiträge zur Kenntniss einiger mesozoischen Cycadophyten. *Kgl. Svenska Vet. Hand.*, Bd 46, p. 1-28.
- NEMEJC F. (1935). — The sequence of the floras in the limnic coal district of Bohemia and the limits between the Westphalian, Stephanian and Permian, 2^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen, t. II.
- (1938). — Les Sphenoptéridées du Permo-Carbonifère de la Bohême. *Palaeontogr. bohemiae*, n° XVI.
- (1951). — On some more detailed problems in the stratigraphy of limnic permo-carboniferous bassins of Bohemia and Moravia. 3^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen, t. II, p. 475-481.
- PARENT H. (1932). — Bassin houiller de Collobrières. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 159.
- POTONIÉ H. (1893). — Die Flora des Rothliegenden von Thüringen. *Abh. preuss. geol. Landesanst.*, N. F., II. 9 (II), p. 1-298, pl. I-XXXIV.
- (1896). — Die floristische Gliederung des deutschen Karbon und Perm. *Abh. preuss. geol. Landesanst.*, N. F., H. 21, p. 1-58.
- (1897). — Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie. 402 p. Berlin.
- (1903-1913). — Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzenreste. Lief. I-IX. Berlin.
- POTONIÉ H. et GOTHAN W. (1913-1921). — Palaeobotanische Praktikum. Berlin.
- (1921). — Lehrbuch der Palaeobotanik. Berlin.
- PRUVOST P. (1930). — Sédimentation et subsidence. *Libre jubilaire Soc. géol. France*, t. II, p. 544.
- (1934). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. 3^e part. : Description géologique 174 p., 33 fig., 3 pl. *Ét. Gîtes minéraux France*.
- (1942). — Étude géologique du bassin permo-carbonifère d'Autun. Rapport inédit.
- (1947 a). — La série stéphanienne du bassin houiller de la Loire. *C. R. Ac. Sc.*, t. XXVI, p. 1236-1238.
- (1947 b). — Art des mines et géologie. *Congr. A. I. E. L.*, sect. géol. Liège.
- (1948). — Le terrain houiller de Saint-Étienne. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXVII, p. 279-296.
- PRUVOST P. et CORSIN P. (1949). — Westphalien supérieur et Stéphanien inférieur. *C. R. Ac. Sc.*, t. 239, p. 1284.
- REMY W. (1953). — *Ilfeldia* (fructifications de *T. jejuncta*). *Abh. deutsch. Ak. Wissensch.* (1952), H. 1. Berlin.

- RENAULT B. (1881-1883). — Cours de Botanique fossile. 4 vol. Paris.
- (1888). — Les Plantes fossiles. 400 p., 53 fig. Paris.
- (1890). — Études sur le terrain houiller de Commentry. Livre 2^e : flore fossile, 2^e part. *Bull. Soc. Ind. minér.*, t. IV, 2^e livr., p. 381-712, pl. XLI-LXXV.
- (1896). — Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac. Fasc. IV, Flore fossile. *Ét. Gîtes minéraux France*, 578 p., 147 fig., pl. A, B ; XXVIII-LXXXIX.
- RENAULT B. et ZEILLER R. (1886). — Sur quelques Cycadées houillères. *C. R. Ac. Sc.*, t. CII, p. 326.
- (1890). — Études sur le terrain houiller de Commentry. Livre 2^e : flore fossile, 3^e part. *Bull. Soc. Ind. minér.* t. IV, 2^e livr., p. 713-728.
- RENIER A., STOCKMANS F., DEMANET et VAN STRAELEN V. (1938). — Flore et faune houillères de la Belgique. Bruxelles, Mus. r. Hist. nat. Belgique, p. 35-98, pl. 1-106.
- RENOUARD G. (1935). — Sur le Stéphanien supérieur et le Permien du Bassin de Villé en Alsace. *C. R. Ac. Sc.*, t. 200, p. 844-845.
- (1936). — Observations sur la stratigraphie et la flore de couches stéphanien et permien du Bassin de Villé. *Bull. Carte géol. Alsace et Lorraine*, t. III, p. 1-11.
- ROCHE E. (1880). — Sur les fossiles du terrain permien d'Autun. *B. S. G. F.*, (3), IX, p. 78.
- ROST (1839). — *De filicites ectypus*.
- SAPORTA G. DE et MARION A. F. (1881). — Évolution du règne végétal. Les Cryptogrammes. Paris, Germer, Baillière et C^{ie}.
- (1885). — *Id.* Les Phanérogames. 2 vol. Paris, Félix Alcan.
- SCHENK A. et SCHIMPER W. Ph. (1879). — Palaeophytologie. In ZITTEL, Handbuch der Palaeontologie. Munich et Leipzig.
- SCHIMPER W. Ph. (1869-1874). — Traité de Paléontologie végétale. 3 vol. et 1 atlas. Paris, Baillière.
- (1898). — Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Iéna.
- SCHLOTHEIM E. F. (1804). — Ein Beitrag zur Flora der Vorwelt. P. 1-68, pl. I-XIV. Gotha.
- (1820-1823). — Die Petrefactenkunde. 3 vol., 50 pl. Gotha.
- SCHNAEBELÉ. — Sondages dans les mines de houille de Blanzky. Rapports inédits.
- SCHUSTER J. (1908). — Zur Kenntniss der Flora der saarbrückener Schichten und des pfälzischen Oberrothliegenden. *Geognost. Jahresh.* 1907, Bd 20. Munich.
- SEWARD A. G. (1898-1919). — Fossil plants. 4 vol. Cambridge.
- SIMSON-SCHAROLD E. (1934). — Zur Kenntniss der Karbonflora des Saargebietes. *Palaeontogr.*, Bd 79.
- SOLMS-LAUBACH (1884). — Die Koniferenformen des deutschen Kupferschiefers und Zechsteins. *Palaeont. Abh.*, Bd II, H. 2.
- STEFANI DE (1901). — Flora carbonifere e permiane della Toscana. Firenze, Pub. r. Ist. Studi sup., p. 1-212.
- STERNBERG K. (1820-1838). — Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Leipzig, 2 vol.
- STERZEL J. T. (1881). — Paläontologischer Charakter der oberen Steinkohlenformation und des Rothliegenden im erzgebirgischen Becken. *Ber. Naturw. Ges. Chemnitz*, Bd VII, p. 155.
- (1883). — Über *Dicksonites pluckeneti* SCHLOTHEIM. *Botan. Centralbl.*, Bd XIII, n° 8.
- (1886). — Die Flora des Rothliegenden im nordwestlichen Sachsen. *Palaont. Abh. Dames u. Kayser*, Bd III, p. 237-308, pl. XXI-XXIX.
- (1893). — Die Flora des Rothl. im plauenischen Grunde bei Dresden. *Abh. Math. Phys. sachs. Ges. Wissensch.*, Bd XIX.
- (1895). — Die Flora des Rothliegenden von Oppenau im badischen Schwarzwalde. *Mitt. grossherz. badischen. geol. Landesanst.*, Bd III, H. 2, p. 261-332.
- (1907). — Die Karbon und Rothliegendeffloren im G. H. Baden. *Ibid.*, Bd V, p. 347.
- (1904). — Über einige neue Fossilreste. *Ber. Naturw. Ges. Chemnitz*, Bd XV, p. 69-71, pl. I.
- STOCKMANS F. (1933). — Les Neuroptéridées des bassins houillers belges. *Mém. Mus. Hist. nat. Belgique*, n° 57, 165 p., 34 pl.
- STOCKMANS F. et MATHIEU F. F. (1939). — La flore paléozoïque du bassin houiller de Kaiping (Chine). Bruxelles, Mus. r. Hist. nat. Belgique.
- TEIXEIRA C. (1939). — Sobre o *Sphenophyllum costae* STERZEL do Carbonifero português. *Prisma*, Ano II. Porto.
- (1943). — Sur un *Rhacopteris* du Stéphanien portugais. *Com. Serv. geol. Portugal*, t. XXIV.
- (1944). — O antracolitico continental português. 140 p., 64 fig., 1 tabl. Porto.

- TEIXEIRA C. (1946). — Sur la flore fossile du Karroo de Zambézie (Mozambique). *C. R. somm. S. G. F.*, p. 252-254.
- (1947). — Contribução para o conhecimento geologico do Karroo da Africa Portuguesa: *Min. das Col. Anais*, t. II.
- (1949). — Plantas fosseis do Permo-carbonico portugues. *Com. Serv. geol. Portugal*, t. XXIX.
- (1951 a). — *Id.*, II. *Ibid.*, t. XXII.
- (1951 b). — La flore fossile du Karroo de la Zambézie et la notion de continent de Gondwana. *3^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen*, t. II, p. 627-629.
- TCHIHATCHEFF (1845). — Voyage scientifique de l'Altaï.
- THÉVENIN A. (1902-1903). — Étude géologique de la bordure sud-ouest du Massif Central. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XIV, n° 95.
- VELAIN Ch. et MICHEL-LÉVY A. (1910-1940). — Notice explicative de la Carte géologique de France au 80 000^e, n°s 100 et 101, Lure et Mulhouse.
- VETTER P. (1950). — Sur deux sondages récents dans le bassin de Decazeville. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, p. 281-283.
- (1953). — Les sondages de reconnaissance dans le bassin de Decazeville. Méthodes employées Résultats obtenus. *Rev. Ind. min.*, p. 809-814, 1 pl.
- — Revision de la flore du bassin houiller de Saint-Pierre-La Cour. En cours.
- WALTON J. (1929). — The fossil flora of the Karroo System in the Wankie district, Southern Rhodesia. *Southern Rhodesia geol. Surv. Bull.*, n° 15, p. 62-76, pl. A, C. Salisbury.
- WEIGELT D. J. (1928). — Die Pflanzenreste des mitteldeutschen Kupferschiefers. *Fortschr. geol., Pal.*, Bd VI, n° 19.
- WEISS Ch. E. (1869). — Fossile Flora der Jüngsten Steinkohlenformation und des Rothliegenden im Saar-Rheingebiete. 254 p., 20 pl. Bonn.
- (1870). — Studien über Odontopteriden. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.*, Bd XXII, p. 853-888.
- (1879). — Die Flora des Rothliegenden von Wünschendorf bei Lauban in Schlesien.
- (1886). — Fragliche Lepidodendronreste im rothliegenden u. jüngere Schichten. *Jahrb. preuss. Landesanst.*, p. 159.
- (1893). — Die Sigillarien der preussischen Steinkohlen und Rothliegenden Gebiete. II. *Abh. preuss. geol. Landesanst.*, N. F., n° 2, p. 1-255, atlas : pl. I-XXVIII.
- WHITE D. (1898). — Fossil flora lower coal measures Missouri. *U. S. Geol. Surv. Monogr.*, vol. 37.
- YABÉ H. (1951). — Carboniferous-permian deposits of the Japanese island Tyosen (Korea) and Manchuria. *2^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen*, t. III, p. 1617.
- YABÉ H. et OISHI S. (1929). — A new species of *Sphenophyllum* from Shansi (China). *Japan. Journ. Geol. a. Geogr.*, vol. VI, p. 51-52.
- ZALESSKY M. D. (1918). — Flore paléozoïque de la série d'Angara. *Mém. Comité géol.*, nouv. sér., n° 174, pl. I-LXIII. Petrograd.
- (1927). — Flore permienne des limites ouraliennes de l'Angaride. *Ibid.*, n° 176, pl. I-XLVI.
- (1929). — Observations sur quelques Végétaux fossiles nouveaux du terrain permien du bassin de Kousnetz. *B. S. G. F.*, (4), XXIX, p. 189-198, 1 fig.
- (1934). — Observations sur les Végétaux permien du bassin de la Petchora I. *Bull. Ac. Sc. U. R. S. S.*, 7^e sér., p. 241-290.
- (1935 a). — Sur une division des terrains carbonifères et permien du Donetz d'après leur flore fossile. *2^e Congr. Strat. Carbon. Heerlen*, t. III, p. 1651-1663.
- (1935 b). — Schéma général d'une division des dépôts continentaux carbonifériens et permien du bassin de Kousnetz d'après leur flore fossile. *Ibid.*, t. III, p. 1663-1687.
- ZALESSKY M. D. et TCHIRKOWA M. Th. (1937). — Phytostatigraphische Untersuchungen im Bereich der Kohlenführenden Schichten der permischen Berken von Kusnezsk und Minussinsk in sibirien. Übersetzt von M. Hirmer. *Palaeontogr.*, Bd LXXXII, Abt. B, p. 172-203.
- ZEILLER R. (1878-1879). — Végétaux fossiles du terrain houiller de la France. *Mém. Expl. Carte géol. France*, t. IV, 2^e part., texte et atlas, p. 1-186, pl. CLIX-CLXXVI.
- (1880). — Note sur quelques plantes fossiles du terrain permien de la Corrèze. *B. S. G. F.*, (3), VIII, p. 196-211.
- (1885). — Note sur la flore et sur le niveau relatif des couches houillères de la Grand'Combe. *Ibid.*, (3), XIII, p. 131-149.

- ZEILLER R. (1886-1888). — Bassin houiller de Valenciennes. Description de la flore fossile. Textes et atlas. *Ét. Gîtes minéraux France*, 731 p., pl. I-XCIV.
- (1888). — Étude sur le terrain houiller de Commentry. Livre 2^e : flore fossile, 1^e part. *Bull. Soc. Ind. minér.*, t. II, 3^e livr., p. 1-366, pl. I-XL.
- (1889). — Sur les variations de forme du *Sigillaria brardi* BRONGNIART. *B. S. G. F.*, (3), XVII, p. 603-610.
- (1890). — Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac. Fasc. II, Flore fossile (1^{re} par.). *Ét. Gîtes minéraux France*, p. 1-304, pl. I-XXVII.
- (1892). — Bassin houiller et permien de Brive. Fasc. 2, Flore fossile. *Ét. Gîtes minéraux France*, 132 p., 15 pl.
- (1893). — Appareil fructificateur des *Sphenophyllum*. *Mém. Soc. géol. France*, Pal., t. IV, fasc. 1, n^o 11.
- (1894 a). — Sur l'âge des dépôts houillers de Commentry. *B. S. G. F.*, (3), XXII, p. 252-278.
- (1894 b). — Note sur la flore des couches permienes de Triembach (Alsace). *Ibid.*, (3), XXII, p. 163-182.
- (1895). — Note sur la flore des gisements houillers de la Rhune et d'Ibantelly (Basses-Pyrénées). *Ibid.*, (3), XXIII, p. 482-489.
- (1897). — Les provinces botaniques de la fin des temps primaires. *Rev. gén. Sc.*, t. VIII, p. 5-11.
- (1898). — Contribution à l'étude de la flore ptéridologique des Schistes permienes de Lodève. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, t. I, p. 6-69.
- (1899). — Flore fossile du bassin d'Héraclée. *Mém. Soc. géol. France*, Pal., t. VIII, fasc. 4 et IX, fasc. 1, n^o 21.
- (1900 a). — Éléments de paléobotanique. Paris, Masson, 421 p., 210 fig.
- (1900 b). — Sur une Sélaginellée du terrain houiller de Blanzky. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXX, p. 1077.
- (1906). — Étude de la flore du bassin houiller et permien de Blanzky et du Creusot. 265 p., pl. I-II.
- ZENKER (1833). — Beschreibung von *Galium Sphenophylloides* aus Steinkohle. *Neues Jahrb. Min.*, p. 398.
- ZOBEL A. (1910). — Genre *Sphenophyllum*. In POTONIE, Abbildungen u. Beschreib. fossiler Pflanzenreste. Lief. VII.

INDEX ALPHABÉTIQUE DES FAMILLES, GENRES ET ESPÈCES CITÉES

Cet index ne mentionne ni les citations peu importantes, ni les listes résumées dans les tableaux (I, p. 40 et 41 ; III, p. 48 ; V, p. 72 ; VII, p. 151 ; VIII, p. 162 et 163). Les chiffres *en italique* correspondent à l'étude de l'espèce ; ils sont suivis (entre parenthèses), de l'indication de la figuration (planches en chiffres romains, fig. de la planche en chiffres arabes ; les figures dans le texte en chiffres arabes précédés du mot fig.).

- Acitheca*, 87.
Aetheotesta elliptica, 148.
Alethopteridées, 93, 95, 100.
Alethopteris, 93, 94, 97, 98, 129.
Alethopteris bohémica, 77.
A. discreta, 94.
A. grand'euryi, 94.
A. grandini, 38, 94, 160.
A. minuta, 95.
A. salicifolia, 82.
A. subelegans, 96, 98.
Annularia, 138.
A. longifolia, 56.
A. radiata, 66.
A. sphenophylloïdes, 138.
A. spicata, 138.
A. stellata, 138, 139.
Aphlebia, 50.
A. acanthoides, 50.
A. dessorti, 127.
A. dichotoma, 51.
A. germari, 127.
Artisia, 141.
Asolanus camptotaenia, 63.
Asterocarpus, 87.
Asterophyllites, 138.
A. dumasi, 139.
A. equisetiformis, 138.
A. tenuifolium, 66.
Asterotheca, 87.
Aulacopteris, 23.

Baiera, 60, 64, 80, 81, 82, 85, 146, 161.
Baiera raymondi, 146 (III, 3 et XVI, 4).
Brongniartites salicifolius, 82, 83, 85, 113.

Calamariées, 136.
Calamites, 133, 136, 137.
C. cisti, 137.
C. cruciatus, 137, 138.
C. gigas, 137.
C. leioderma, 137.
C. suckowi, 137.
C. waldenburgensis, 73.
Calamodendron, 23, 66.
Calamostachys, 136, 138.
Calliptéridées, 98.

Callipteridium, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99.
Callipteridium gigas, 38, 95, 96, 97, 98.
C. pteridium, 95, 97.
C. pteroides, 97.
C. regina, 96.
C. rochei, 39, 71, 96 (II, 1-3 et fig. 5), 97, 98, 160, 161.
C. rotundifolium, 96.
C. trigonum, 97.
Callipteris, 8, 9, 16, 33, 34, 36, 38, 45, 46, 47, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 64, 68, 69, 71, 79, 81, 84, 85, 94, 98, 164.
Callipteris bergeroni, 100, 109, 110 (fig. 12 C).
C. biarmica, 82, 100.
C. bibractensis, 100, 106 (IV, 2 et fig. 9 B).
C. brevis, 102.
C. catadroma, 102.
C. conferta, 8, 9, 34, 45, 48, 50, 52, 54, 65, 66, 68, 69, 74, 75, 82, 83, 84, 99, 100, 101 (III, 2 et 3 ; IV, 1 et 3 ; VII, 2 et fig. 6), 104, 108, 154, 158, 159, 160, 161.
C. confluentis, 102.
C. curretiensis, 100 104 (fig. 8 B), 105.
C. deminuata, 102.
C. diabolica, 100, 105 (fig. 8 C).
C. discreta, 94.
C. flabellifera, 69, 76, 100, 108 (X, 2 et 2 a et fig. 11 B).
C. jutieri, 62, 100, 103 (VI, 1-3 et fig. 7).
C. laceratifolia, 85, 100.
C. lodevensis, 100, 105 (VIII, 2 et 3 et fig. 8 D), 106.
C. losseni, 102.
C. lyratifolia, 46, 69, 71, 100, 106, 107 (fig. 10 A et B), 110.
C. martinsi, 55, 57, 61, 76, 81, 100, 105, 106.
C. moureti, 50, 100, 110 (XI, 3 et 4 et fig. 13).
C. naumannii, 46, 55, 78, 100, 106 (IX, 1-2 et fig. 9 A).
C. neesi, 75.
C. nicklesi, 61, 71, 85, 100, 107 (X, 1 et 1 a et fig. 10 C), 108.
C. obliquata, 102.
C. obovata, 102.
C. oxydata, 80, 100, 106.
C. paleus, 102.
C. pellati, 100, 104 (VII, 1 ; VIII, 1 et fig. 8 A).
C. polymorpha, 65, 100, 102, 108 (X, 3 et 3 a et fig. 11 A).
C. praelongata, 102, 104.
C. raymondi, 58, 100, 107, 109 (XI, 1 et fig. 12 B), 110.
C. scheibei, 76, 100, 110.
C. sinuata, 102.
C. strigosa, 52, 100, 109 (XI, 2 et fig. 12 A), 110.

- C. subauriculata*, 100, 103 (V, 1-3), 104.
C. tenuis, 102.
C. termieri, 80, 85, 100.
C. uralensis, 82, 100.
C. vulgaris, 102.
C. zeilleri, 82, 100.
Carpolithes variabilis, 100.
Caulopteris, 23.
 Caytoniales, 101.
Chiropteris, 64.
 Conifères, 18, 35, 36, 46, 47, 48, 52, 54, 64, 65, 66, 70, 81, 152.
Cordaianthus, 140.
Cordaites, 66, 141.
C. borassifolius, 74.
C. foliolatus, 141.
C. lingulatus, 141.
C. principalis, 84.
C. renaulti, 74.
 Corynéptéridées, 94.
Corynepteris, 125.
 Crystospermacées, 101.
Crossotheca, 100, 101.
 Cycadofilicinées, 101.
Cyclopteris, 111, 115.

Danaeites, 87.
Desmopteris, 94.
Dicksonites, 121, 122, 123, 124.
D. beyrichi, 19, 20, 31, 38, 75, 82, 124 (fig. 16 C), 152.
D. leptophylla, 38, 39, 45, 46, 71, 82, 85, 123 (XI, 5 et 6 et fig. 16 B), 124, 160, 161.
D. pluckeneti, 122 (fig. 16 A), 123, 124, 127.
Dicranophyllum, 139, 146, 147.
D. gallicum, 147.
D. lusitanicum, 73.
D. striatum, 147.
Dictyopteris, 114.
 Dytictaenioptéridées, 129.
Diplotmema, 121.
Discopteris, 125, 127.
Dolerophyllum, 148.
D. pseudo-peltatum, 148 (XVI, 7).
Dolerotheca, 148.
Dioon, 143.
Dorycordaites, 141.

Emplectopteris, 94, 110.
Emplectopteris ruthenensis, 14, 84, 110.
E. triangularis, 84, 110.
Equisetites, 139.
E. vaupolyi, 139.
E. zeoeformis, 73.
Equisetum, 136.
Eremopteris, 126.
Ernestiodendron, 47, 71, 139, 140, 148, 154, 161.
E. arnhardti, 64.
E. filiciforme, 140.
Etapteris, 126.
Eucordaites, 141.

Gangamopteris, 82, 164.
Gigantopteris, 84, 85.
G. nicotinaefolia, 83.
Ginkgo, 60, 81, 144, 145, 147.
G. biloba, 144, 145.
G. integerrima, 144.

Ginkgoites, 71, 81, 82, 144, 145, 161.
Ginkgoites sp., 145.
G. lodevensis, 64, 144 (XVI, 5 et fig. 20 A), 145.
G. martenensis, 64, 144, 145.
Ginkgophyllum, 64, 71, 80, 81, 146, 161.
G. grasseti, 82, 147 (XVI, 1, 3 et 6 et fig. 20 B).
G. vsevolodi, 82.
Glossopteris, 129, 133, 164.
Gomphostrobus, 47, 139.
G. bifidus, 60, 65, 68.

Halonina, 63.

Iniopteris, 82.
I. sibirica, 85.
Ilfeldia, 129.

Knorria, 50, 54.

Lebachia, 47, 70, 71, 81, 139, 148, 154, 161.
L. angustifolia, 70.
L. (Walchia) bertrandi, 63.
L. frondosa, 63.
L. frondosa var. zeilleri, 29, 45.
L. (Walchia) gallica, 63.
L. goeppertiana, 63, 70.
L. hypnoides, 63.
L. intermedia, 63.
L. laxifolia, 63, 64, 70, 140 (XVI, 6).
L. mitis, 70.
L. mucronata, 70.
L. parvifolia, 70.
L. piniiformis var. solmsi, 63.
L. piniiformis, 140 (XI, 2).
L. schlottheimi, 63.
L. schneideri, 53, 60.
L. speciosa, 70.
Lecrosia, 139.
Lepidodendron gaudryi, 50.
L. oculus felis, 83.
Lepidophlojos, 50.
Lepidopteris, 101.
Lepidostrobus, 50.
Lesteya, 128, 130, 132.
L. cochii, 75, 133.
L. delafondi, 71, 133, 160.
L. ensis, 133.
Lescuropteris, 94.
Linopteris, 111, 114, 129.
L. brongniarti, 114, 115.
L. germani, 26, 115, 150, 154.
L. neuropteroides, 43.
Lonchopteris, 93, 129.

Macralethopteris, 94.
Macrostachya, 136.
 Marioptéridées, 120, 121.
Mariopteris, 121, 122.
Mixoneura, 95, 111, 115.
M. auriculata, 74, 78.
M. neuropteroides, 79, 115.

Nilssonina, 143.
Noeggerathia, 142, 148.
Noeggerathiopsis glossopteroides, 85.
Noeggerathiostrabus, 142.
Neurogangamopteris, 82, 83.

- Neuroptéridées, 32, 93, 111, 159, 160, 161.
Neuropteris, 21, 23, 26, 30, 45, 111, 114, 115, 121, 129, 150.
Neuropteris cordata, 111, 113, 114.
N. crenulata, 112 (fig. 14 A), 117.
N. delasi, 19, 113.
N. dispar, 24, 113.
N. gallica, 112 (fig. 14 B), 113.
N. horrida, 24, 113.
N. matheroni, 113.
N. planchardi, 45, 46, 50, 54, 74, 112 (XII, 1 et 2 et fig. 14 C), 113, 114, 159.
N. plicata, 83.
N. praedentata, 112 (XII, 1 et 2 et fig. 14 C).
N. pseudo-blissi, 31, 57, 113 (fig. 14 D).
N. raymondi, 114 (XII, 3 et XIII, 1).
N. stipulata, 113.
N. zeilleri, 14, 68, 74, 114.

Odontopteris, 16, 19, 21, 24, 26, 30, 45, 46, 95, 111, 115, 116, 119, 150, 152.
O. alpina, 77.
O. bourranensis, 32, 115, 117 (fig. 15 B), 118.
O. brardi, 117, 118.
O. dufrenoyi, 32, 120 (XII, 2 et 3), 121, 154, 159.
O. duponti, 22, 47.
O. genuina, 118, 120.
O. minor, 14, 16, 18, 20, 23, 24, 34, 38, 45, 46, 55, 57, 66, 116, 117, 159.
O. minor-brongniarti, 23, 116 (fig. 15 A), 117, 159.
O. minor-zeilleri, 14, 23, 116 (XIII, 4 et XIV, 2), 117, 159.
O. osmundaeformis, 119, 120.
O. obtusa, 120.
O. reichi, 66, 116.
O. rossica, 82, 83.
O. schlotheimi, 120.
O. subcrenulata, 26, 32, 65, 119 (XIV, 1), 120, 121, 154.
O. subcrenulata var. elongata, 119, 120.
Orthotheca, 87.
Ovopteris, 125, 127.
O. cristata, 128.
O. decheni, 128, 160.
O. pecteroïdes, 26, 31, 123, 124, 127 (I, 3 et fig. 17), 128.
O. weissi, 128.

Palaeostachya, 138, 139.
Palmatopteris, 125.
Paracallipteris, 82.
 Pecopteridées, 13, 15, 18, 32, 38, 82, 87, 95, 123.
Pecopteridium, 93, 94, 98, 99.
P. costei, 98.
P. jongmansii, 83.
P. magnum, 14, 98 (III, 1).
Pecopteris, 21, 23, 26, 30, 34, 82, 87, 105, 152.
P. acuta, 92.
P. anderssonii, 83.
P. anthriscifolia, 82, 85, 123, 124.
P. arborescens, 79, 89.
P. arcuata, 93.
P. bioti, 92.
P. bredovi, 19, 20, 88, 152, 154.
P. bussacensis, 74.
P. candollei, 31, 54, 88.
P. clintoni, 88, 89.
P. cyathea, 66, 88.
P. cyathea var. major, 15, 37, 89 (fig. 3 A).

P. daubreei, 79, 89.
P. densifolia, 88, 89.
P. elaverica, 14, 16, 25, 30, 31, 34, 90.
P. feminaeformis, 89, 90.
P. cf. grandifolia, 93.
P. gruneri, 92.
P. hemitelioides, 85, 90, 91.
P. imbricata, 78.
P. integra, 19, 90.
P. lamuriana (lamurensis), 78, 79.
P. launayi, 31, 90.
P. lepidorachis, 89.
P. macronervosa, 92.
P. monyi, 14, 16, 18, 25, 30, 31, 34, 50, 68, 79, 90 (I, 1 et 1 a et fig. 3 B), 159.
P. oreopteridia, 91.
P. paleacea, 91.
P. pinnatifida-waltoni, 18, 74, 75, 91 (fig. 4 A).
P. platoni, 91.
P. plumosa-dentata, 91.
P. polymorpha, 84, 91 (I, 2 et 2 a et fig. 4 B), 93.
P. pseudo-bucklandi, 19, 20, 54, 88, 92, 154.
P. rarinerivosa, 90.
P. sterzeli, 122.
P. tenuinervosa, 92.
P. truncata, 93.
P. unita, 93.
P. viannae, 74, 91.
P. wongi, 84, 92, 93.
 Peltaspermacées, 101.
Phyllothea deliquescentes, 85.
Pinites permienensis, 148.
Plagiozamites, 23, 24, 142.
Pl. acicularis, 142.
Pl. carbonarius, 142.
Pl. oblongifolius, 142.
Pl. planchardi, 30, 68, 74, 143.
Poacordaites, 66, 141.
P. linearis, 24, 25.
Psaronius, 66.
Pseudomariopteris, 121.
P. busqueti, 55, 121.
P. paleauui, 19, 122.
P. ribeyroni, 38, 122.
Psygmodiophyllum, 81, 142, 146, 147.
P. cuneifolium, 80.
P. mongolium, 83.
 Ptéridospermées, 101, 111, 115, 125, 128.
Pteris, 100.
Pterophyllum, 30, 143, 144.
Pt. cotaeum, 143.
Pt. fayoli, 24, 143, 144.
Pt. grand'euryi, 30, 143.
Pteruchus, 101.
Ptychocarpus, 87.

Renaultia, 125.
Rhacopteris, 126.
R. busseana, 126.
R. courtini, 79, 126.
R. gomesiana, 73, 126.
Rhipidopsis ginkgoides, 82.
Rhodea, 125.

Samaropsis fluitans, 101.
Sellaginellites suissei, 30.
Senftenbergia, 87.

- Sigillaria brardi*, 77.
Sphenobaiera, 64, 146 (XVI, 2), 161.
Sphenophyllées, 32, 133.
Sphenophyllostachys, 134, 147.
Sphenophyllum, 23, 134.
Sph. alatifolium, 135.
Sph. angustifolium, 18, 34, 46, 75, 134, 135, 150, 152, 153, 154, 159.
Sph. costae, 74, 135, 136.
Sph. emarginatum, 84.
Sph. fimbriatum, 136.
Sph. longifolium, 26, 30, 31, 34, 38, 45, 74, 135, 159, 160.
Sph. majus, 135.
Sph. oblongifolium, 26, 135, 160.
Sph. sino-coreanum, 136.
Sph. speciosum, 136.
Sph. tenuifolium, 18, 135.
Sph. thoni, 16, 20, 30, 32, 34, 38, 50, 52, 74, 79, 85, 136, 150, 152, 153, 154, 159.
Sph. verticillatum, 37, 38, 85, 135, 136.
Sphenopteridées, 32, 38, 123, 125, 126, 159, 160, 161.
Sphenopteris, 23, 30, 46, 99, 109, 110, 125, 126, 127, 128.
Sph. biturica, 28, 125.
Sph. casteli, 14, 16, 31, 34, 45, 46, 126, 159.
Sph. cordato-ovata, 38, 122.
Sph. cristata, 123, 128.
Sph. decorsi,
Sph. densifolia, 81, 125.
Sph. fayoli, 24, 125.
Sph. fossorum, 126.
Sph. germanica, 77, 107.
Sph. gibbelsi, 81.
Sph. gothani, 81, 125.
Sph. gutzoldi, 110.
Sph. hoeninghausi, 110.
Sph. kidstoni, 126.
Sph. kukukiana, 81, 125.
Sph. lenis, 125.
Sph. matheti, 26, 31, 45, 46, 74, 75, 125, 126, 127, 128.
Sph. mendes-correae, 73.
Sph. patens, 81, 125.
Sph. picandeti, 79, 125.
Sph. sampaina, 73.
Stachannularia, 82.
Stigmaria ficoides, 18, 50.
Strobilites, 101.
Supaia, 101.
Syniopteris, 82.
Syringodendron, 63.
Taeniopteridées, 128.
Taeniopteris, 34, 47, 48, 52, 60, 64, 69, 80, 81, 82, 94, 128, 129, 133, 161.
T. abnormis, 69, 129, 131 (fig. 19 B), 132.
T. bertrandiana, 73.
T. carnoti, 24, 130.
T. coriacea, 78.
T. eckardi, 81, 129, 130.
T. fallax (var. *minor*), 69, 81, 129, 131, 132 (fig. 19 C).
T. jejuna, 71, 128, 129, 130 (fig. 18), 160.
T. multinervis, 14, 21, 24, 30, 34, 35, 36, 38, 39, 46, 54, 68, 69, 70, 71, 85, 128, 129, 130, 131 (XV, 1, 3 et 4 et fig. 19 A), 132, 150, 159, 161.
T. serrata, 57, 129.
T. spatulata, 129.
T. vittata, 129.
Tetratmema, 121.
Thinnfeldia, 101.
Tingia, 83, 142.
T. laciniata, 142.
Tingiostachya, 142.
Titanophyllum, 148.
T. grand'euryi, 148.
Trichopitys, 47, 147, 148.
T. heterophylla, 147, 160.
Tylodendron, 139.
T. speciosum, 51.

Ullmannia, 60, 81, 140.
U. frumentaria, 81.

Validopteris, 94.

Walchia, 8, 62, 80, 81, 139, 160.
Walchianthus, 63, 139.
Walchiopremnon, 139.
W. val d'ajolense (*Lebachia* ?), 66.
Walchiostrobilus, 139.
W. elongatus, 63.
W. gothani, 63.
W. lodevensis, 63.
Williamsoniella coronata, 129.

Xenopteris, 115.

Zamites, 142, 143.
Zeilleria, 87.
Zygopteris, 109, 125, 126.
Z. cornuta, 127.
Z. pinnata, 58, 127.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS.....	5
INTRODUCTION.....	7
PREMIÈRE PARTIE : COMPOSITION DE LA FLORE AUTUNO-STÉPHANIENNE	
CHAPITRE I. — STÉPHANIEN SUPÉRIEUR.	
1. — Bassin de Decazeville.....	11
2. — Bassin de Brive.....	16
3. — Bassin de Commentry.....	21
4. — Bassin de la Loire.....	24
5. — Bassin de Blanz y et du Creusot.....	27
6. — Bassin de Decize.....	30
Conclusions.....	32
CHAPITRE II. — ÉTAGE AMBIGU AUTUNO-STÉPHANIEN.	
1. — Bassin de la Loire.....	33
2. — Bassin des Vosges : assise d'Albé.....	35
3. — Bassin sarro-lorrain : assise de Breitenbach.....	36
Conclusions.....	39
CHAPITRE III. — AUTUNIEN.	
1. — Bassin d'Autun et d'Épinac : série type.....	42
2. — Bassin de Brive.....	49
3. — Bassin de Bert.....	53
4. — Bassin de Blanz y et du Creusot.....	54
5. — Bassin de Decize.....	61
6. — Bassin de Lodève.....	62
7. — Bassin de Neffièz et de Roujan.....	64
8. — Combelade (Aveyron).....	65
9. — Bassins des Vosges. A. Bassin de Ronchamp.....	65
B. Bassin de Villé-Triembach et d'Albé.....	67
10. — Bassin sarro-lorrain. 1. Assise de Kusel.....	69
2. Assise de Lebach.....	70
Conclusions.....	71

CHAPITRE IV. — COMPARAISONS AVEC D'AUTRES FLORES PERMO-CARBONIFÈRES.

1. — Flores euraséocratines.....	73
2. — Flore autunienne et flores du Permien moyen et supérieur.....	80
A. Flore autunienne et flore thuringienne.....	80
B. Flore autunienne et flore permienne classique de Russie.....	81
C. Flore autunienne et flore angaridienne.....	82
D. Flore autunienne et flore saxonne.....	82
3. — Flore autunienne et flore cathaysienne.....	83
A. Bassin de Kaiping.....	83
B. Bassin du Shansi.....	84

DEUXIÈME PARTIE : DESCRIPTION DE LA FLORE

CHAPITRE I. — DESCRIPTION DES VÉGÉTAUX CITÉS DANS LA PREMIÈRE PARTIE. — DISCUSSIONS PALÉONTOLOGIQUES.

1. — Filicales et espèces rapportées aux Filicales.....	87
Pecopteridées.....	87
2. — Ptéridospermales et espèces rapportées aux Ptéridospermales.....	93
Aléthropteridées.....	93
Callipteridées.....	98
Neuropteridées.....	111
Mariopteridées.....	121
3. — Groupes compréhensifs comprenant des Filicales, des Ptéridospermales et des formes <i>incertae sedis</i>	125
Sphénopteridées.....	125
Taeniopteridées.....	128
4. — Arthrophytes. Sphénophyllées.....	133
Calamariées.....	136
5. — Coniférales.....	139
6. — Cordaitales.....	140
7. — <i>Incertae sedis</i>	142

CHAPITRE II. — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ESPÈCES VÉGÉTALES..... 149

1. — Distribution géographique des Végétaux à l'intérieur de différents bassins.....	150
2. — Répartition géographique des espèces végétales dans l'ensemble des gisements.....	154

CONCLUSIONS..... 159

BIBLIOGRAPHIE..... 165

INDEX ALPHABÉTIQUE DES FAMILLES, GENRES ET ESPÈCES CITÉS..... 175

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

LA NÉOTÉNIE CHEZ LES STÉGOCÉPHALES

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 20 mars 1955,

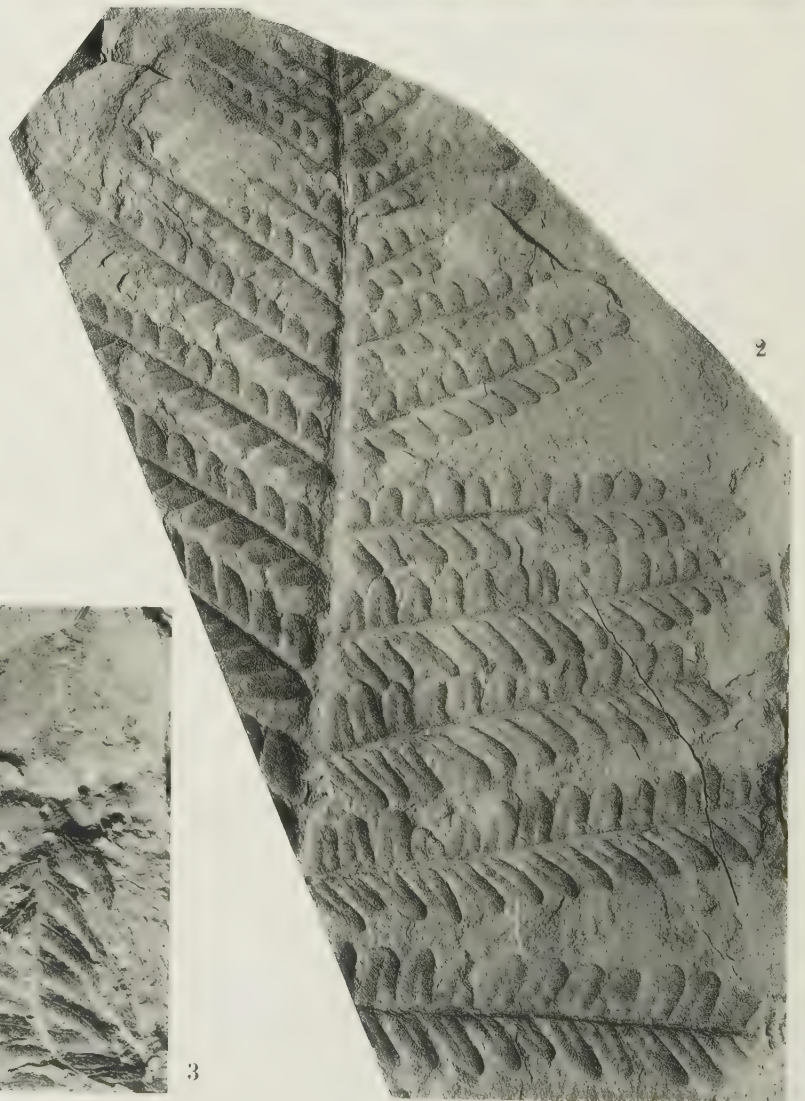
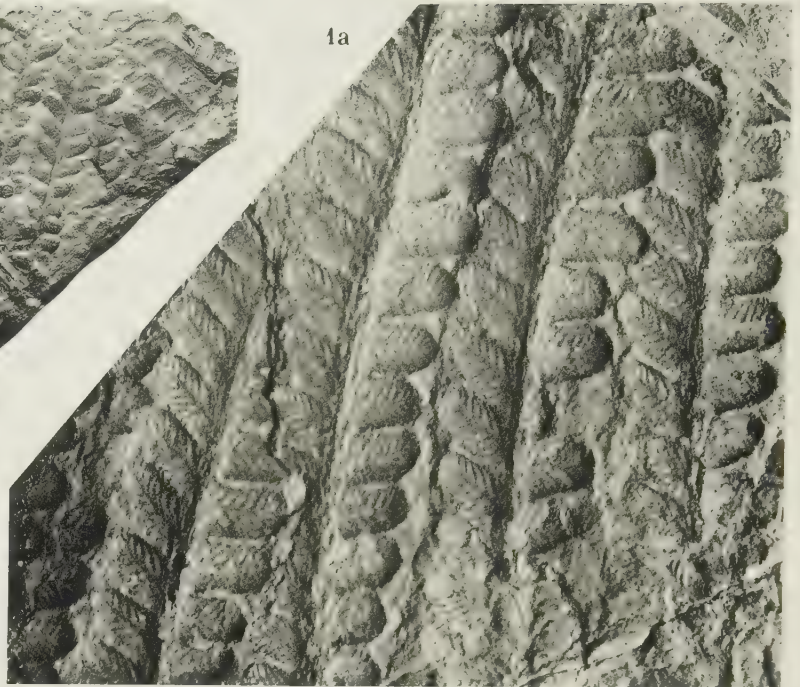
Le Doyen de la Faculté des Sciences,

J. PÉRÈS.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

J. SARRAILH.



MÉMOIRE N° 75

PLANCHE 1

- FIG. 1. — *Pecopteris monyi* ZEILLER. Partie moyenne de deux penne primaires. Stéphanien supérieur de Decazeville (région des Négrins). Collection des Mines de Decazeville. 1 : $\times 1$; 1a : $\times 3$.
- FIG. 2. — *Pecopteris polymorpha* BRONGNIART. Région terminale d'une penne primaire. Stéphanien supérieur de Decazeville (Découverte de Lassalle : niveau 355). Collection du laboratoire de Géologie de l'Institut catholique de Toulouse. 2 : $\times 1$; 2a : $\times 3$, montrant les détails de la nervation.
- FIG. 3. — *Ovopteris pecopteroides* LANDESKR. Pennes secondaires de la région supérieure d'une fronde, garnies de grandes pinnules simples, à bords dentelés. Stéphanien supérieur de Decize (Meule 600). Collection des Mines de Decize à La Machine. $\times 1$.

MÉMOIRE N^o 75

PLANCHE II

Callipteridium rochei ZEILLER.

FIG. 1. — Penne primaire, Autunien supérieur de Lodève. Collection de Paléontologie de la Sorbonne. $\times 1$.

FIG. 2. — *Id.* $\times 2$. On observe le passage des penes secondaires normales à des penes pinnatifides, puis à de grandes pinnules simples.

FIG. 3. — *Id.* $\times 3$. Détails de la nervation.

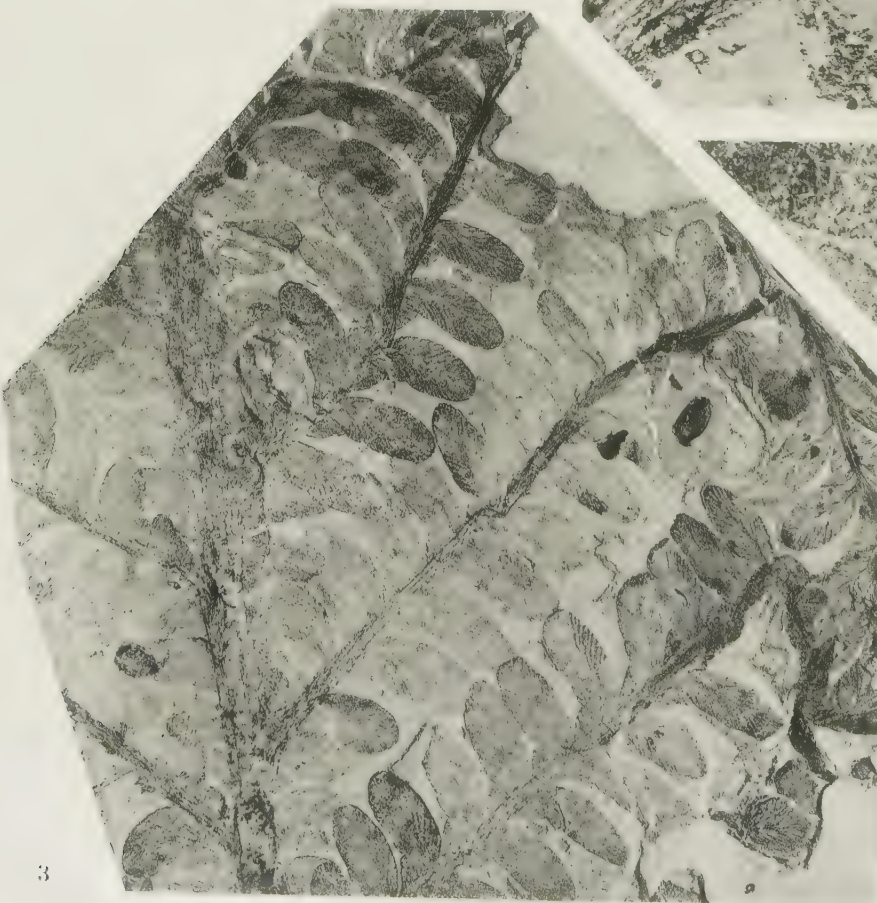




1



2a



3



MÉMOIRE N° 75

PLANCHE III

FIG. 1. — *Pecopteridium magnum nov. sp.* Rachis primaire portant des pennes anormales entre les bases d'insertion des pennes primaires. Stéphanien supérieur de Decazeville (Sauguières). Collection des Mines de Decazeville. $\times 1$.

FIG. 2. — *Callipteris conferta* STERNB. Portion de fronde montrant l'insertion des pennes primaires et la position des pinnules anormales sur le rachis primaire. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery). Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. $\times 2$.

FIG. 3. — *Callipteris conferta* STERNB. Penne primaire : les détails de la nervation sont particulièrement nets. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery). Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. 3 : $\times 1$; 3a : $\times 3$.

MÉMOIRE N° 75

PLANCHE IV

- FIG. 1. — *Callipteris conferta* STERNB. Portion de fronde. Autunien de Villé. Collection de Paléontologie de l'École des Mines de Paris. 1 : $\times 1$; 1a : $\times 2$, détails de la nervation.
- FIG. 2. — *Callipteris cf. bibractensis* ZEILL. Terminaison de fronde. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery). Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. $\times 1$.
- FIG. 3. — *Callipteris conferta* STERNB. (avec épis de *Calamites* et fragment de *Baiera raymondi* REN.). Portion de penne primaire comprenant un rachis assez épais et de grandes pinnules. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery). Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. $\times 1$.



2

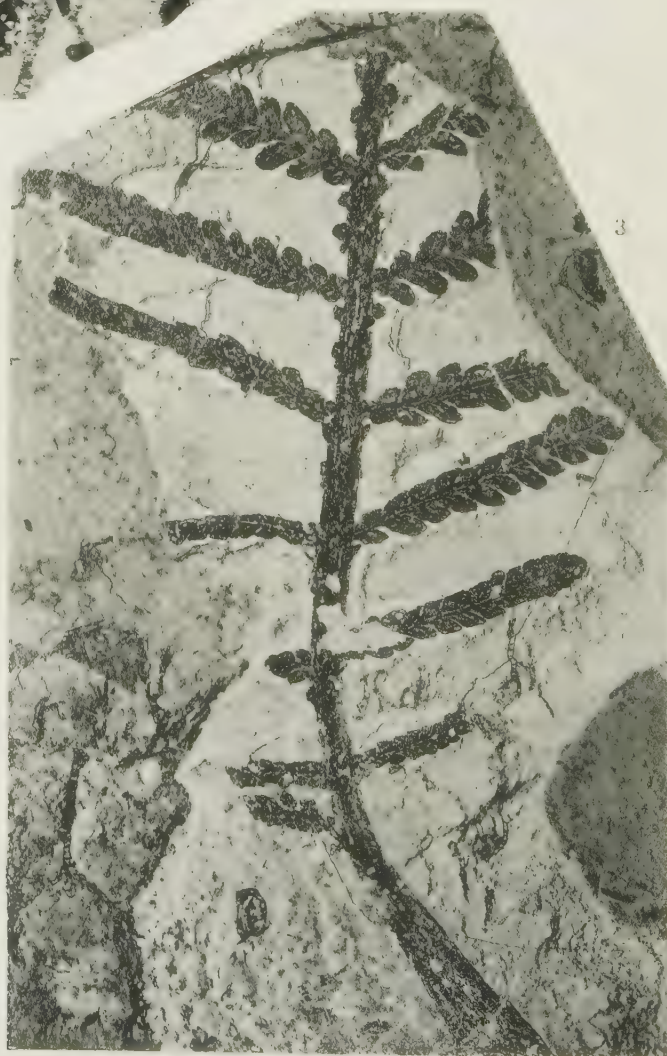
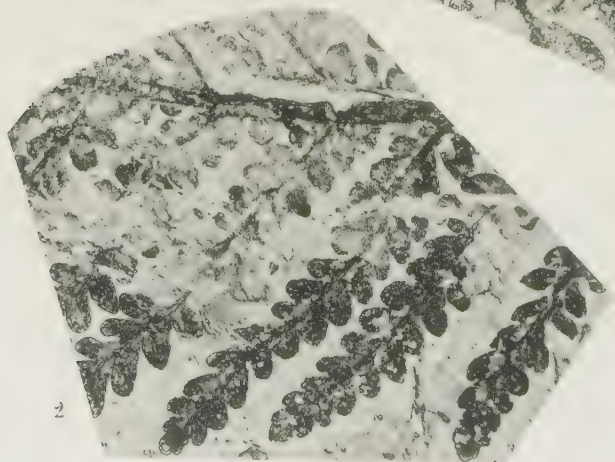
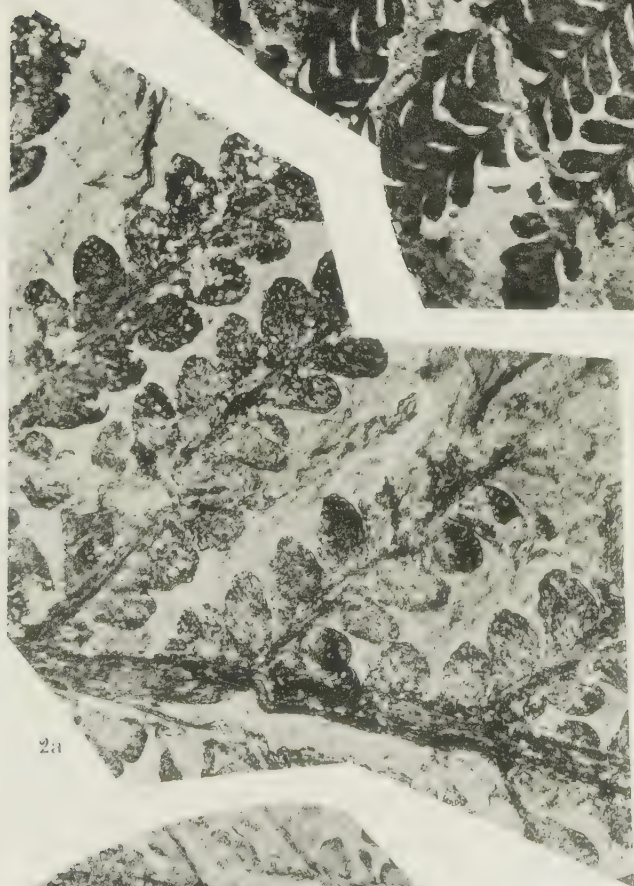
1a



3



4



MÉMOIRE N° 75

PLANCHE V

FIG. 1. — *Callipteris subauriculata* WEISS. Penne primaire tronquée à l'extrémité : Autunien d'Autun. $\times 1$.

FIG. 2. — *Callipteris subauriculata* WEISS. Fragment d'une penne primaire. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery). 2 : $\times 1$; 2a : $\times 2$.

FIG. 3. — *Callipteris cf. subauriculata* WEISS. Portion inférieure d'une penne primaire. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery). $\times 1$.

Tous les échantillons : collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun.

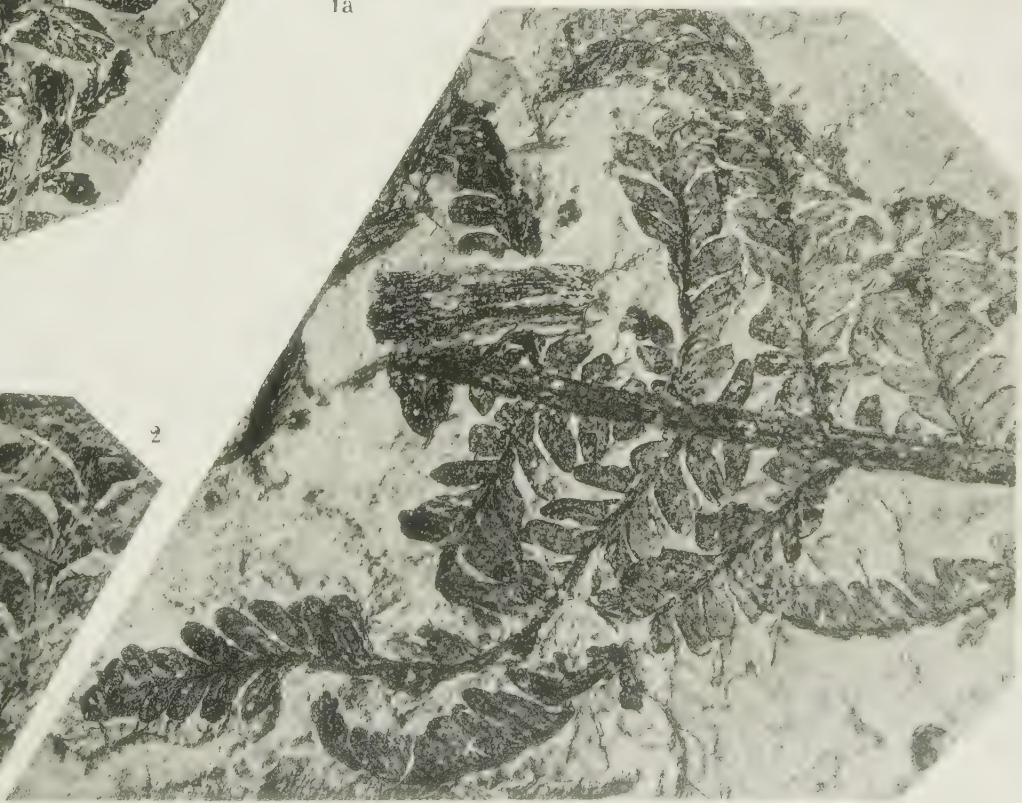
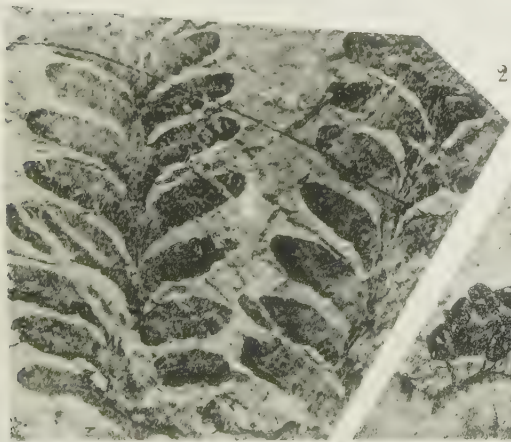
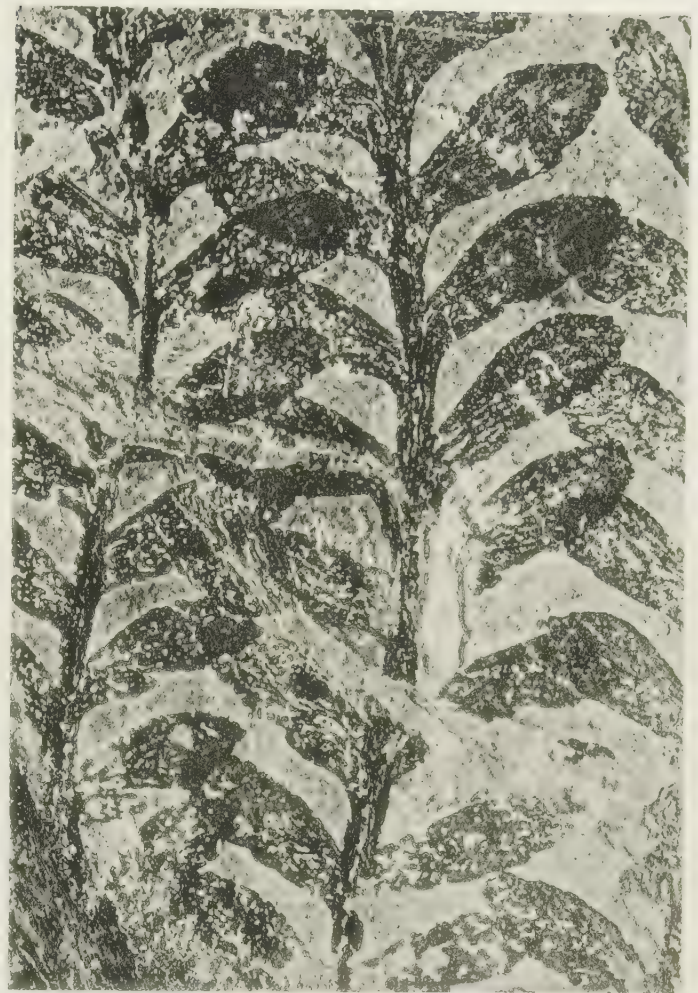
MÉMOIRE N^o 75

PLANCHE VI

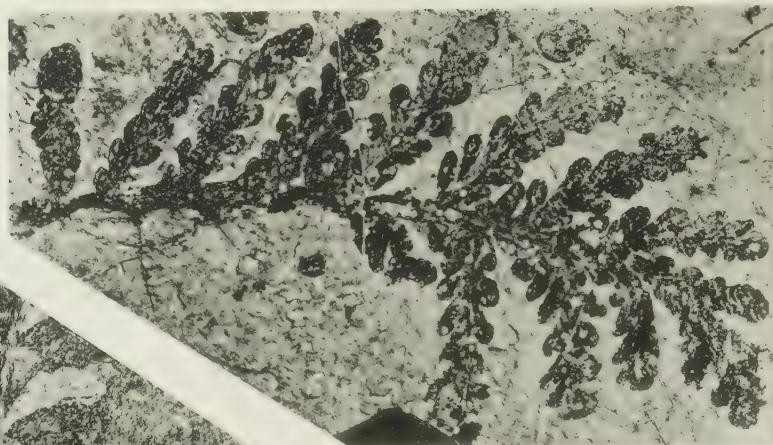
FIG. 1. — *Callipteris jutieri* ZEILL. Portion de fronde. Type de l'espèce. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery).
Collection de l'École des Mines de Paris. 1 : $\times 1$; 1a : $\times 2$.

FIG. 2. — *Callipteris jutieri* ZEILL. Pennes secondaires incomplètes. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery).
Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. $\times 1$.

FIG. 3. — *Callipteris cf. jutieri* ZEILL. Région moyenne d'une fronde. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery).
Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. $\times 1$.



1



2



MÉMOIRE N° 75

PLANCHE VII

FIG. 1. — *Callipteris pellati* ZEILL. Portion terminale d'une fronde. La plaque porte de nombreuses graines éparses, de forme ovoïde, mais on ne voit aucune connexion permettant de les attribuer avec certitude à cette espèce. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery). $\times 1$.

FIG. 2. — *Callipteris conferta* STERNB. Portion d'une penne secondaire et nombreuses graines détachées. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery). $\times 1$.

Échantillons de la collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun.

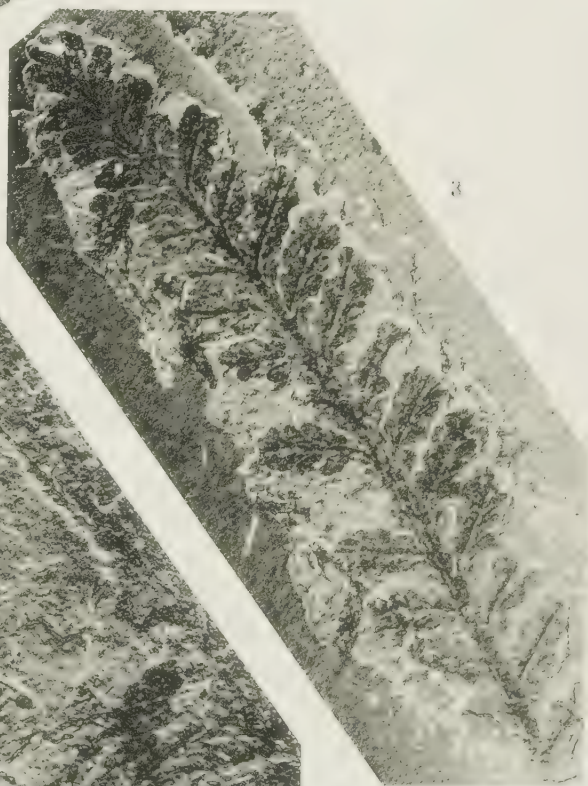
MÉMOIRE N° 75

PLANCHE VIII

FIG. 1. — *Callipteris pellati* ZEILL. Échantillon dont la partie terminale a été figurée sur la Pl. VII (fig. 1). $\times 1\frac{1}{2}$.

FIG. 2. — *Callipteris lodevensis* BRONG. Portion de fronde provenant d'une région voisine du sommet. Autunien supérieur de Lodève. Collection du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Montpellier. $\times 1$.

FIG. 3. — *Callipteris lodevensis* BRONG. Penne primaire détachée. Autunien supérieur de Lodève. Collection du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Montpellier, $\times 1$.

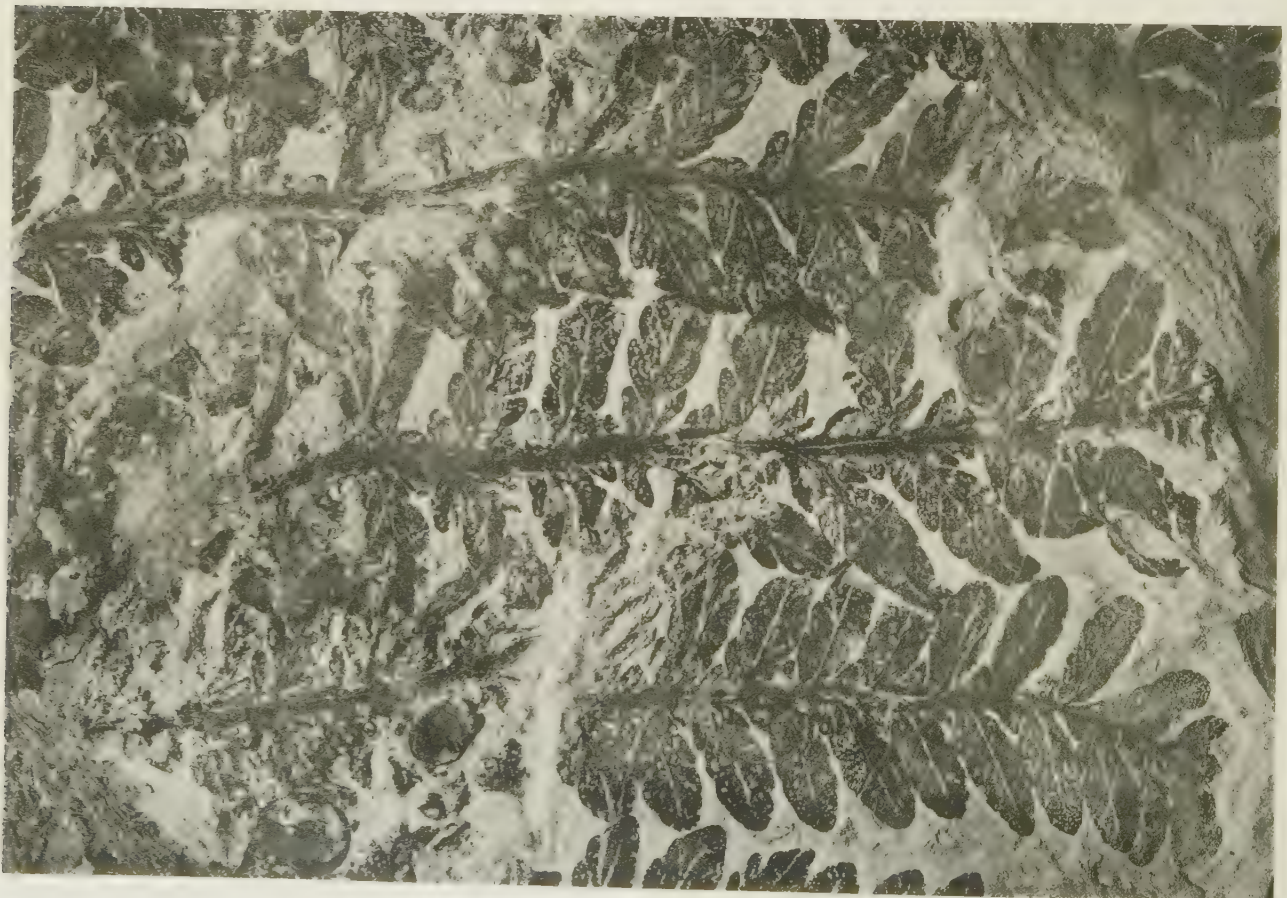




1



2



1a

MÉMOIRE N° 75

PLANCHE IX

Callipteris naumanni GUTBIER.

FIG. 1. — Avec des penne secondaires fragmentaires de *C. conferta* STERNB. Autunien d'Autun (assise de Muse, Chambois).

1 : $\times 1$; 1a : $\times 2$, montrant la forme linéaire des lobes de pinnules.

FIG. 2. — Fragment d'une penne primaire. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery). $\times 1$.

Échantillons de la collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun.

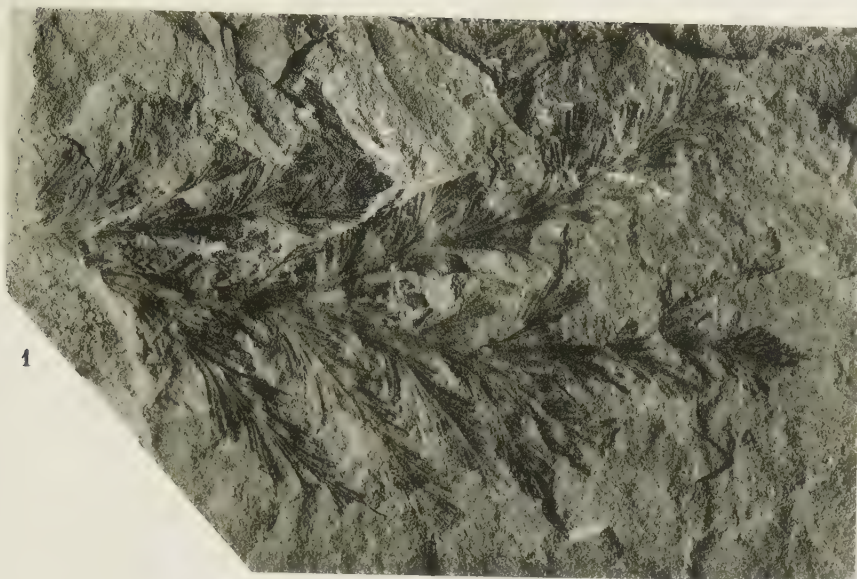
MÉMOIRE N 75

PLANCHE X

FIG. 1. — *Callipteris nicklesi* ZEILL. Terminaison d'une penne primaire. Autunien supérieur de Decize (Puits des Lacets, 350 m). Collection des Mines de Decize à La Machine. 1 : $\times 1$; 1a : $\times 2$.

FIG. 2. — *Callipteris cf. flabellifera* ZEILL. Penne primaire incomplète. Autunien supérieur de Blanzay (Charmoy). Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. 2 : $\times 1$; 2a : $\times 2$.

FIG. 3. — *Callipteris polymorpha* WEISS. Région terminale d'une penne primaire. Autunien supérieur de Combelade près de Sévérac-le-Château. Collection du B. R. G. G. M., Paris. 3 : $\times 1$; 3a : $\times 2$, penne secondaire.

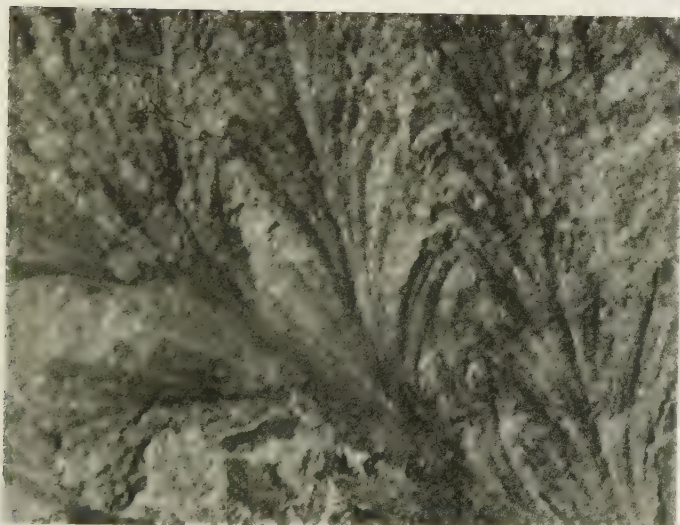


1

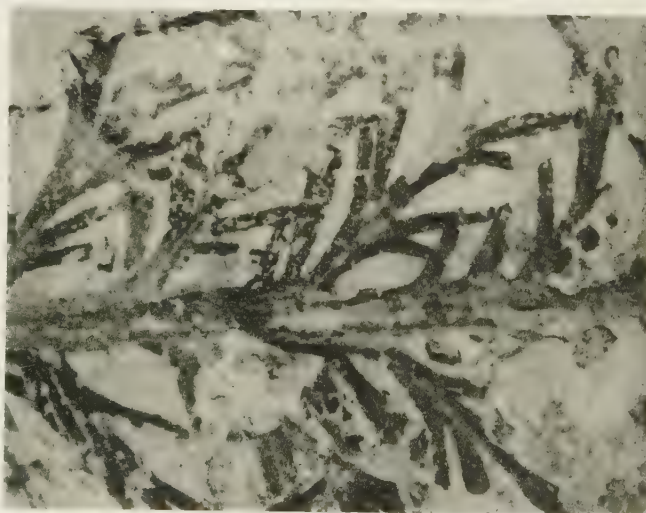


2

1a

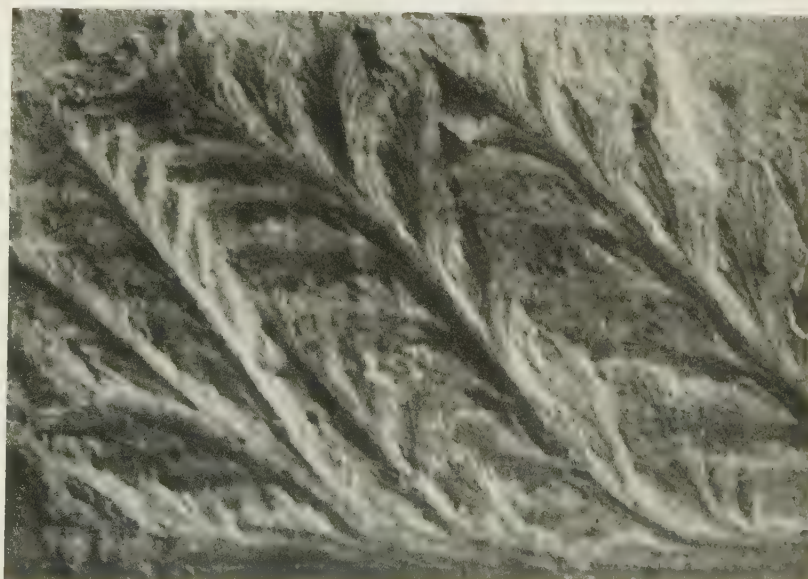


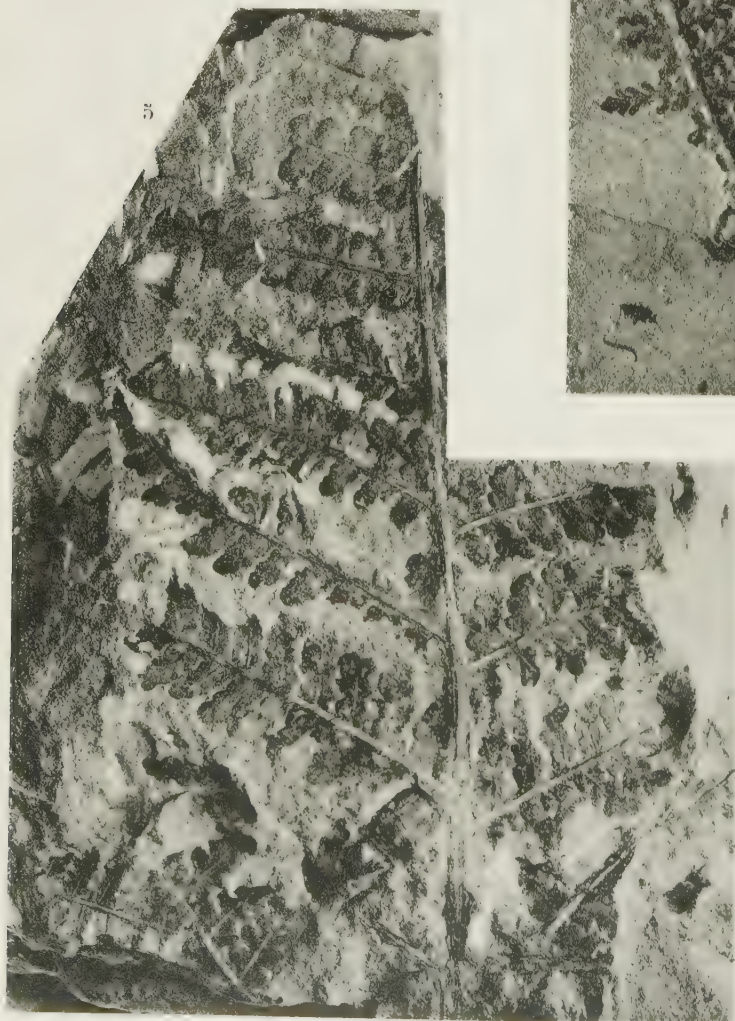
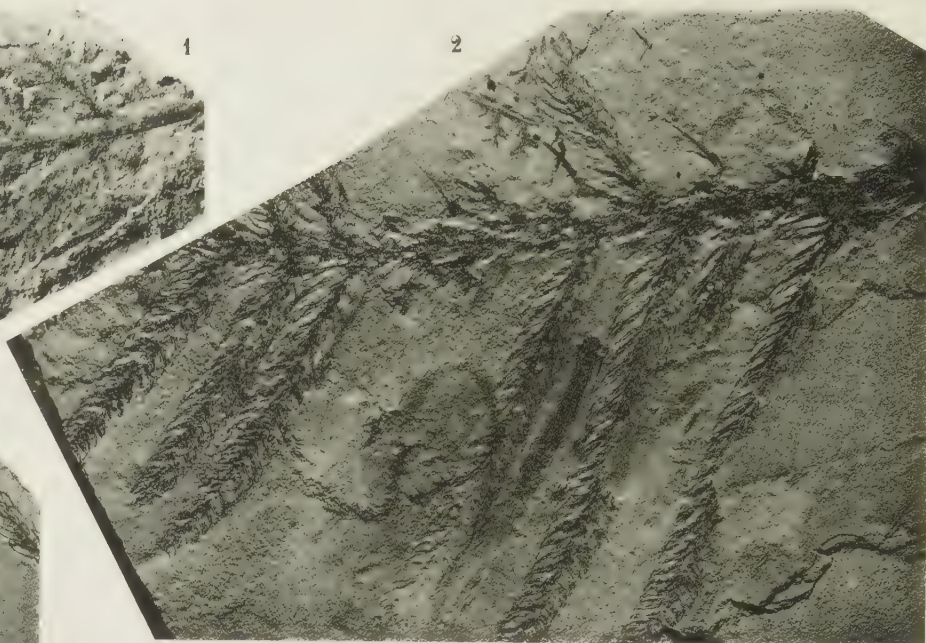
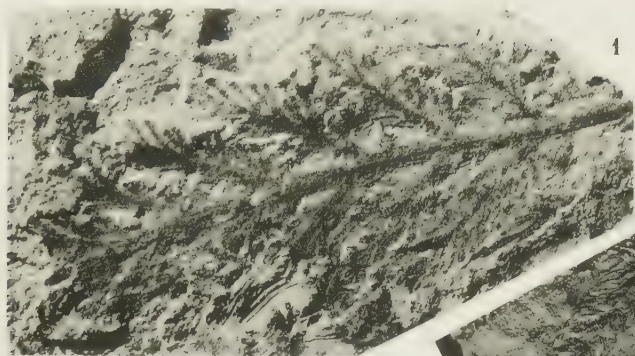
2a



3

3a





MÉMOIRE N° 75

PLANCHE XI

- FIG. 1. — *Callipteris raymondi* ZEILL. Région terminale d'une penne primaire. Autunien supérieur de Blanzky (Charmoy). Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. $\times 1$.
- FIG. 2. — *Lebachia piniformis* (SCHLOTH. pars) FLOR. et fragment de *Callipteris strigosa* ZEILL. Autunien supérieur de Combelade près de Sévérac-le-Château. Collection du B. R. G. G. M., Paris. $\times 1$.
- FIG. 3. — *Callipteris moureti* ZEILL. Fragment d'une penne primaire. Autunien supérieur de Lodève. Collection du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Montpellier. 3 : $\times 1$; 3a : $\times 2$.
- FIG. 4. — *Callipteris moureti* ZEILL. Portion d'une penne primaire. Autunien supérieur de Lodève. Collection du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Montpellier. $\times 1$.
- FIG. 5. — *Dicksonites leptophylla* BUNB. Penne primaire portant, du côté inférieur, des pennes secondaires garnies de pennes pinnatifides et, au sommet, des pennes secondaires simplement pinnées. Autunien supérieur de Brive (carrière du Gourd-du-Diable). Collection du laboratoire de Géologie de l'Institut catholique de Toulouse. $\times 1$.
- FIG. 6. — *Dicksonites leptophylla* BUNB. Région moyenne d'une penne primaire : les pinnules sont profondément lobées. Autunien supérieur de Brive (carrière du Gourd-du-Diable). Collection du laboratoire de Géologie de l'Institut catholique de Toulouse. $\times 1$.

MÉMOIRE N^o 75

PLANCHE XII

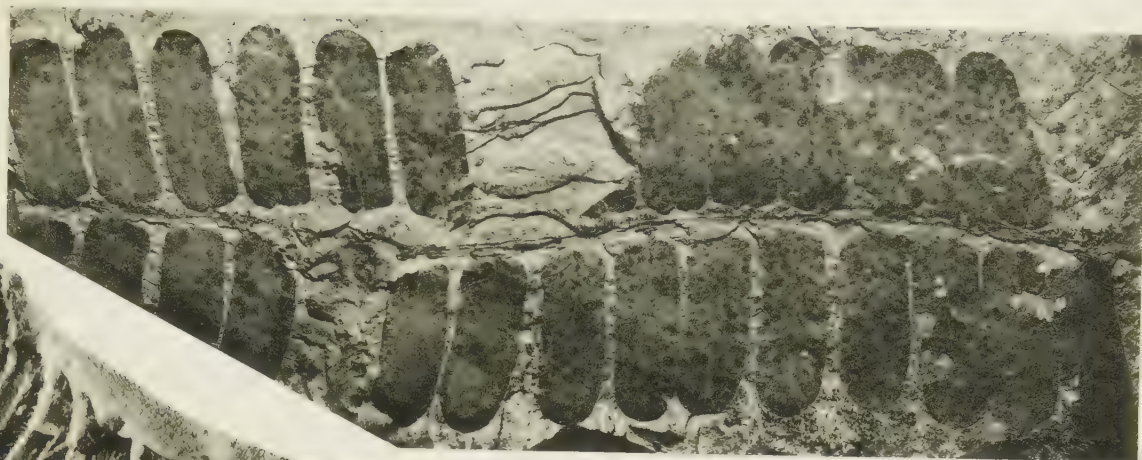
FIG. 1. — *Neuropteris planchardi* ZEILL. Penne secondaire incomplète. Autunien inférieur d'Autun (La Comaille-assise de Muse). Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun.

1 : $\times$ 1 : 1a : $\times$ 2, détails de la nervation,

FIG. 2. — *N. planchardi* ZEILL. (et *Pecopteris unita* BRONG.). Fragment de pennes secondaires. Bassin de Saint-Étienne (Communay, Puits Sauveur). Collection des Mines de Saint-Étienne. $\times$ 1.

FIG. 3. — *Neuropteris raymondi* ZEILL. Type de l'espèce. Bassin d'Autun (assise du mont Pelé). Collection de l'École des Mines de Paris. $\times$ 1.

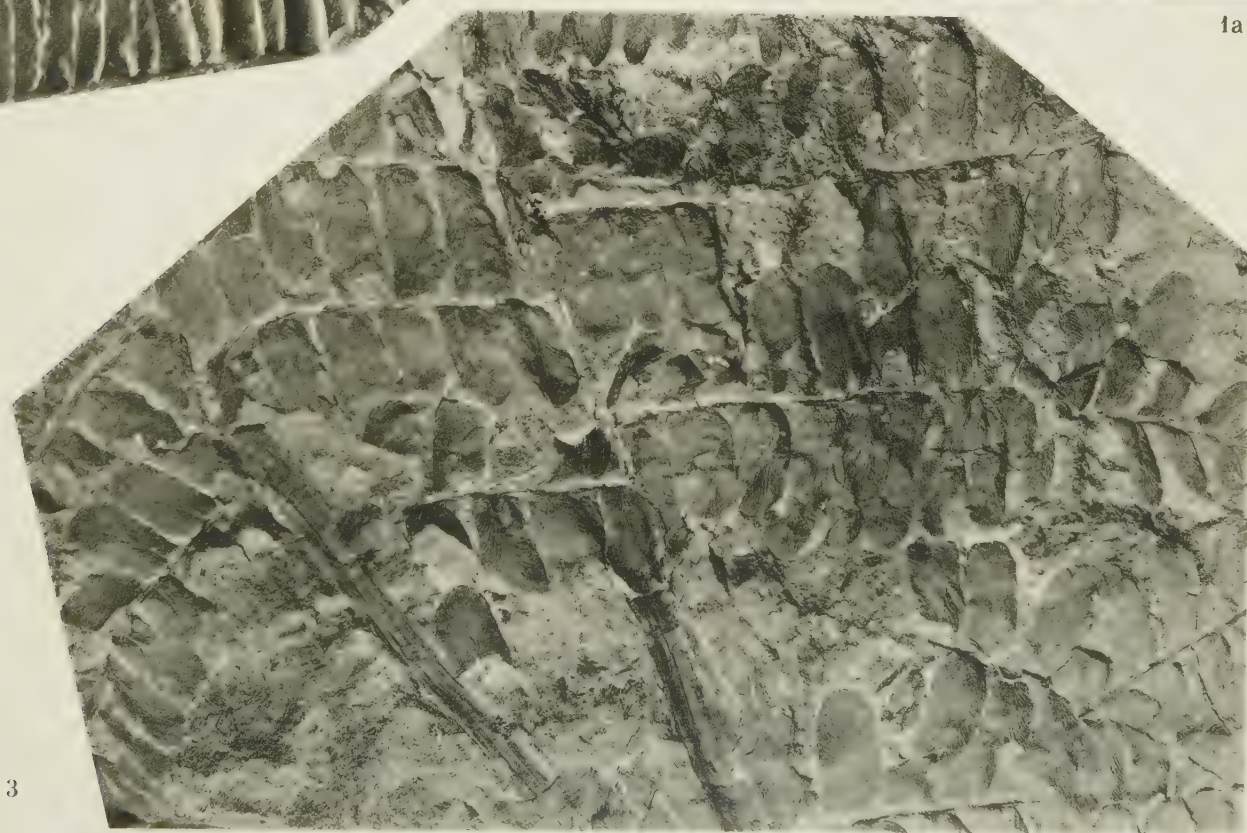
1



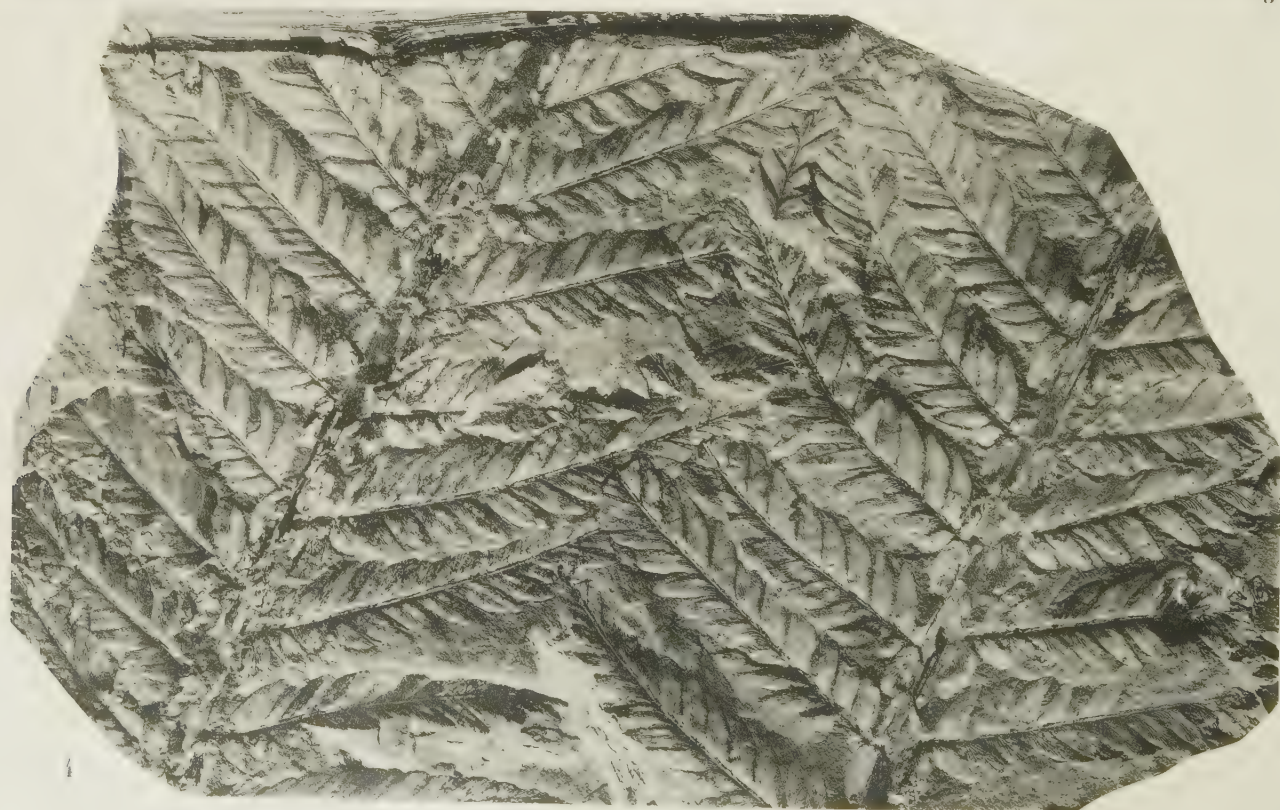
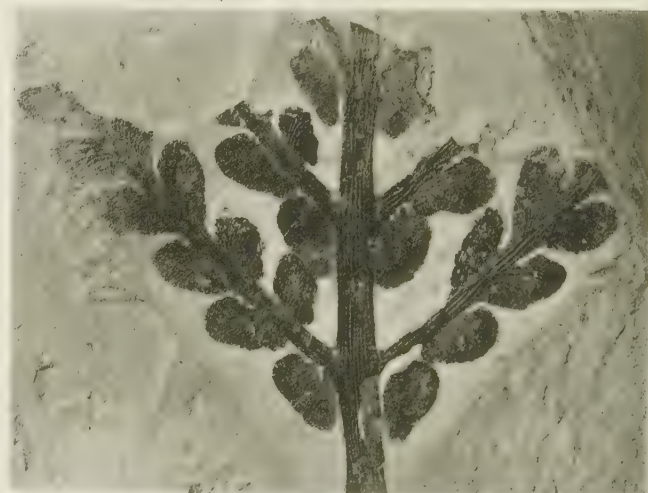
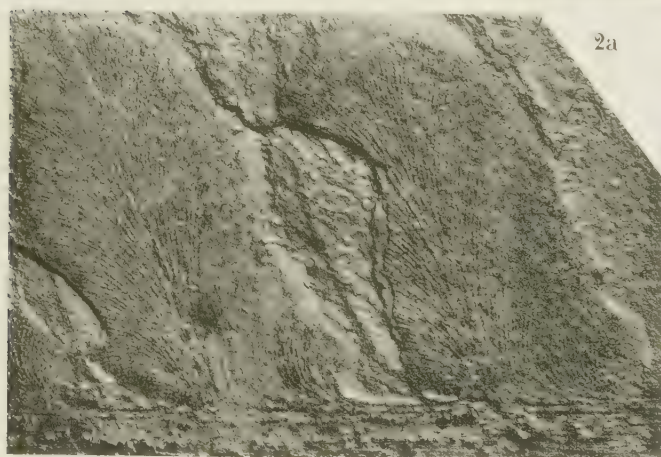
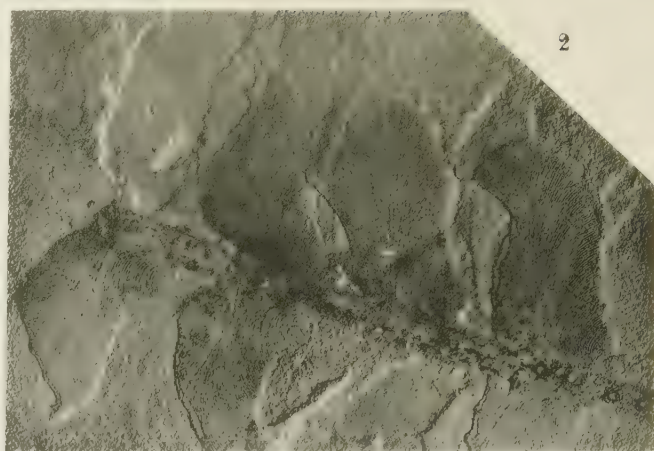
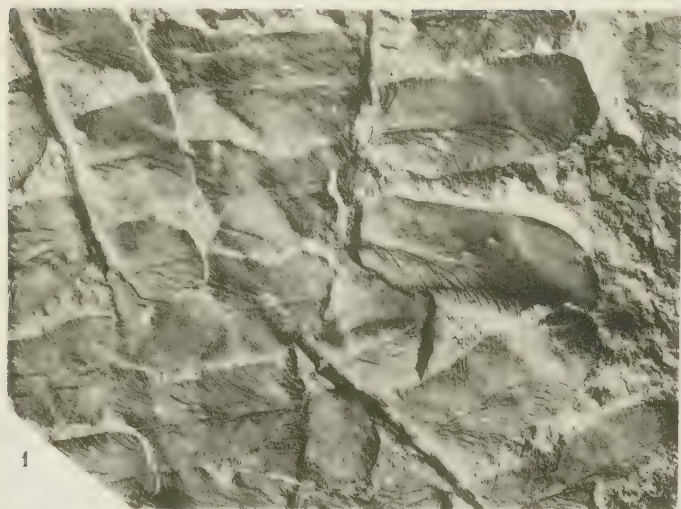
2



1a



3



MÉMOIRE N° 75

PLANCHE XIII

FIG. 1. — *Neuropteris raymondi* ZEILL. Type de l'espèce. Fragment de l'échantillon figuré Pl. XII (fig. 3), montrant les détails de la nervation. $\times 2$.

FIG. 2. — *Odontopteris dufrenoyi* BRONG. Type de l'espèce. Autunien supérieur de Lodève. Collection de l'École des Mines de Paris. 2 : $\times 1$; 2a : $\times 2$.

FIG. 3. — *Odontopteris cf. dufrenoyi* BRONG. Partie inférieure d'une penne garnie de petites pinnules. Autunien supérieur de Combelade près de Sévérac-le-Château. Collection du B. R. G. G. M., Paris. $\times 1$.

FIG. 4. — *Odontopteris minor-zeilleri* POT. Région moyenne de deux pennes primaires, tronquées à leurs extrémités. Stéphaniens supérieurs de Saint-Étienne (mur de 4^e Beauprun). Collection des Mines de Saint-Étienne. $\times 1$.

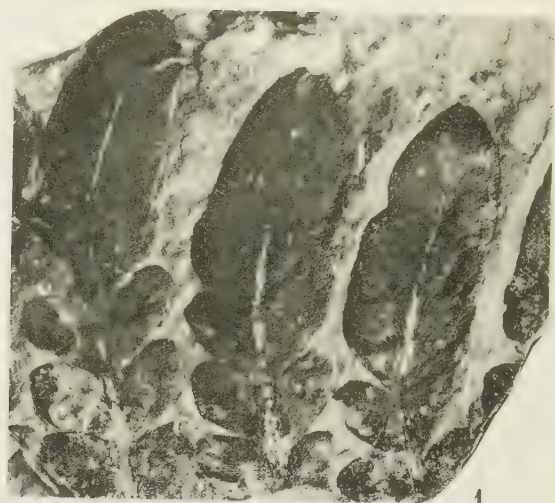
MÉMOIRE N° 75

PLANCHE XIV

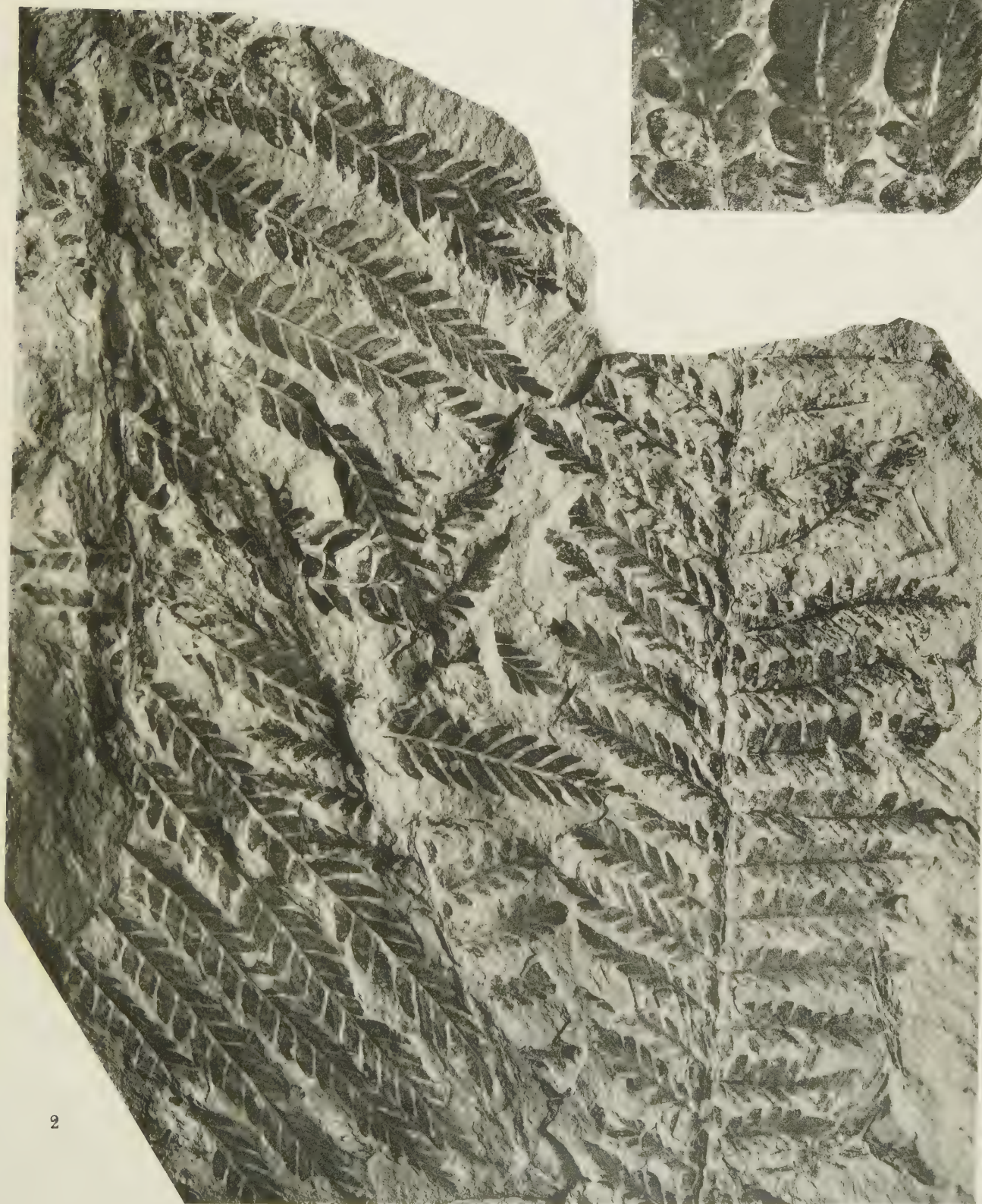
FIG. 1. — *Odontopteris subcrenulata* ROST. Pennes secondaires de la région moyenne d'une penne primaire. Stéphanien supérieur de Decazeville (Découverte de Lassalle). $\times 1$.

FIG. 2. — *Odontopteris minor-zeilleri* POT. Fragment de fronde. Stéphanien supérieur de Decazeville (Découverte de Lassalle). $\times 1$.

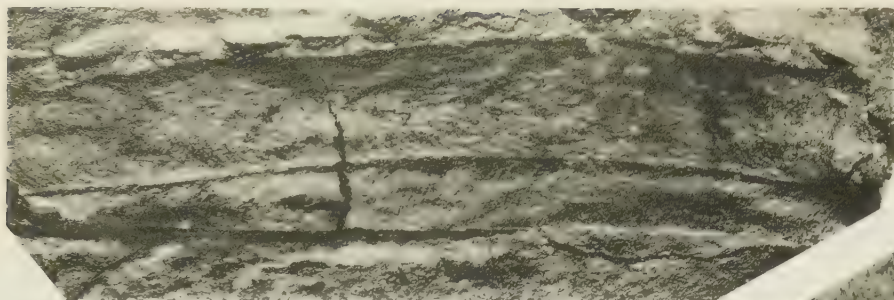
Échantillons de la collection des Mines de Decazeville.



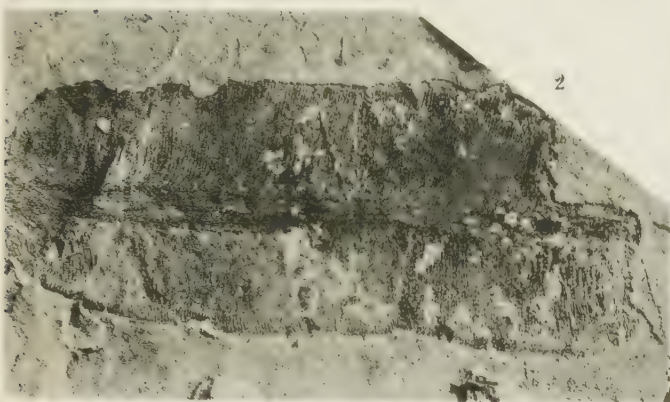
1



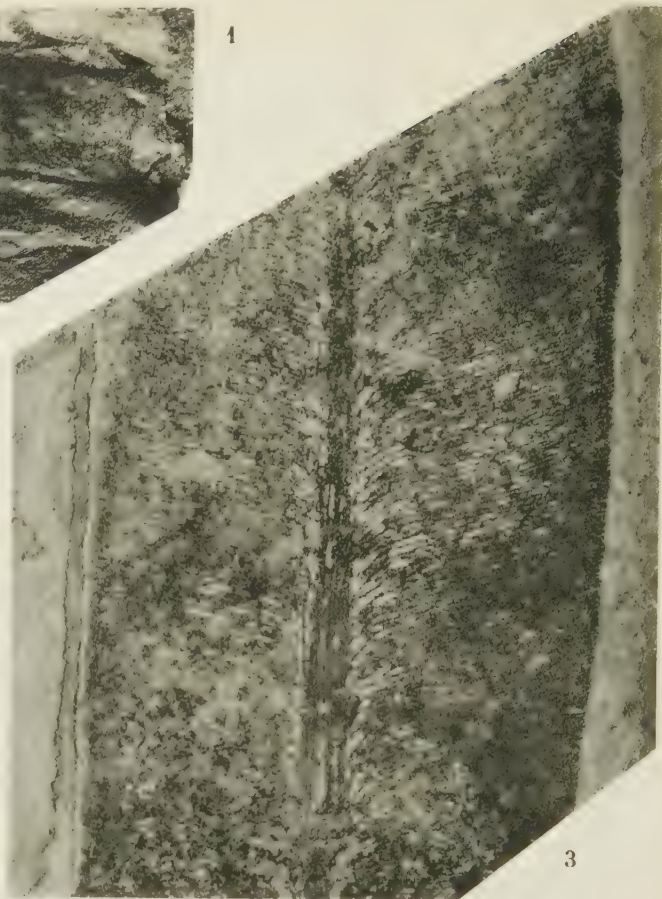
2



1



2



3



4

MÉMOIRE N° 75

PLANCHE XV

FIG. 1. — *Taeniopteris multinervis* WEISS. Stéphanien supérieur de Decazeville (région du Mazel). Collection des Mines de Decazeville. $\times 1$.

FIG. 2. — *Taeniopteris* sp. (aff. *T. abnormis* GUTB.) Fragment de fronde. Autunien supérieur d'Autun (assise de Millery). Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. $\times 1$.

FIG. 3. — *Taeniopteris multinervis* WEISS. Région moyenne d'une fronde. Autunien supérieur d'Autun. Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. $\times 2$.

FIG. 4. — *Taeniopteris multinervis* WEISS. Empreintes fragmentaires représentant deux régions différentes de fronde : région moyenne et portion inférieure, voisine du pétiole. Autunien d'Autun. Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. $\times 2$.

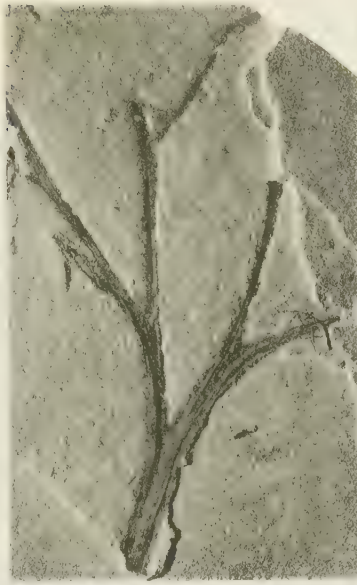
MÉMOIRE N° 75

PLANCHE XVI

- FIG. 1. — *Ginkgophyllum grasseti* SAP. Feuille entière. Autunien supérieur de Lodève. Collection du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Montpellier. $\times 1$.
- FIG. 2. — *Sphenobaiera* sp. Feuille incomplète. Autunien supérieur de Lodève. Collection du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier. $\times 1$.
- FIG. 3. — *Ginkgophyllum grasseti* SAP. Fragment de feuille. Autunien supérieur de Lodève. Collection du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Montpellier. $\times 2$.
- FIG. 4. — *Baiera raymondi* REN. Feuille tronquée. Autunien supérieur de Blanzky (étang du Martenet). Collection de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. $\times 2$.
- FIG. 5. — *Ginkgoites lodevensis* nov. sp. Autunien supérieur de Lodève. Collection de Paléontologie de la Sorbonne. $\times 1$.
- FIG. 6. — *Ginkgophyllum grasseti* SAP. (avec fragment de *Lebachia laxifolia* FLORIN). Feuille entière. Autunien supérieur de Lodève. Collection du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Montpellier. $\times 1$.
- FIG. 7. — *Dolerophyllum pseudo-peltatum* GR. EU. Feuille isolée présentant le contour discoïde et l'insertion caractéristiques de l'espèce. Stéphanien supérieur de Decazeville (Découverte de Lassalle) Collection du laboratoire de Géologie de l'Institut catholique de Toulouse. $\times 1/2$.



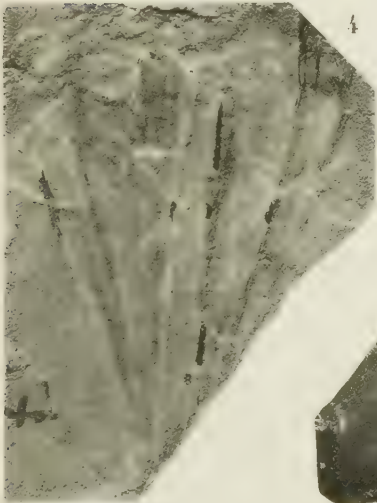
1



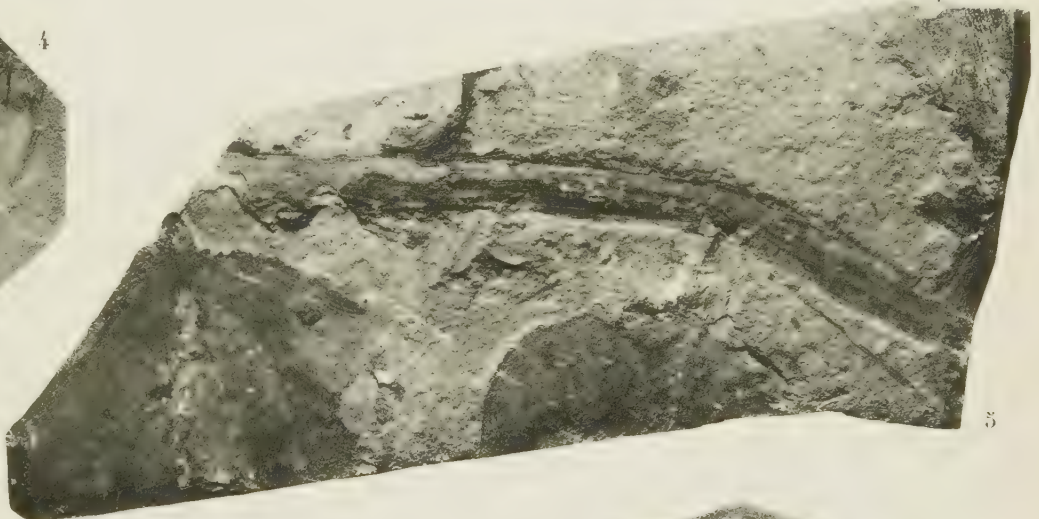
2



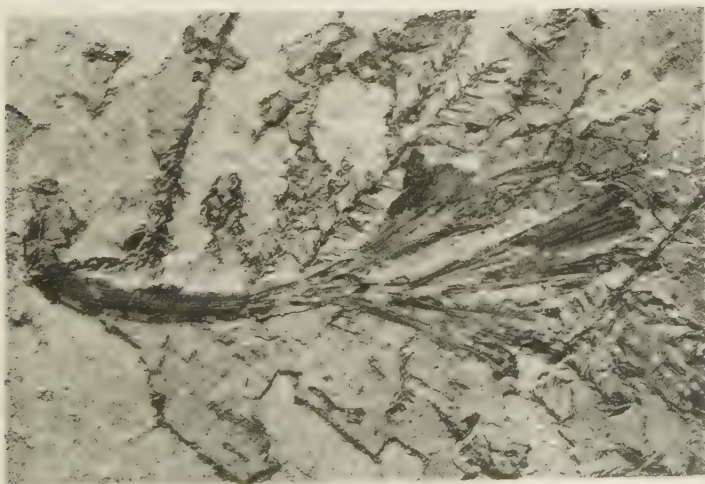
3



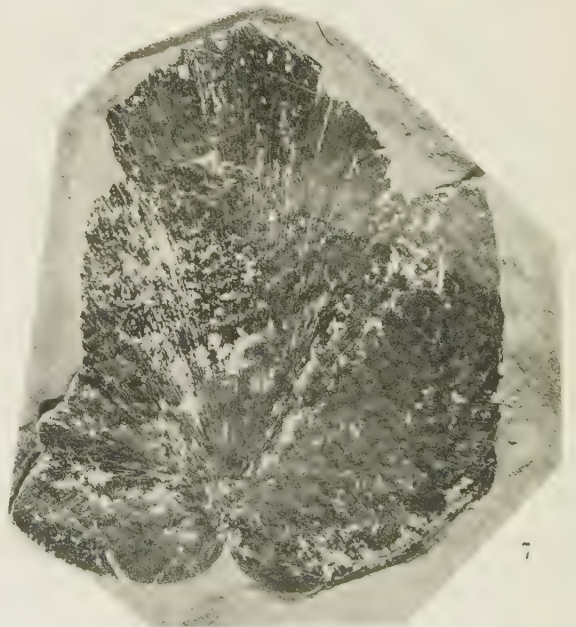
4



5



6



7

